

NUS97
T408

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
CENTRO DE ESTUDIOS FORESTALES Y AMBIENTALES DE POSTGRADO**

**REGÍMENES DE ESPESURA Y SUS
EFECTOS EN LA RENTABILIDAD
DE TECA (*Tectona grandis L. f.*)
EN CAPARO, VENEZUELA**

www.bdigital.ula.ve

Por: **ORLANDO O. OSORIO D.**

Tutor: MSc. Mauricio Jerez R.

**Asesores: Dr. Lawrence Vincent
MSc. Víctor Andrade**

**Trabajo de grado presentado
como requisito parcial para optar al título
de Magister Scientiae en Manejo de Bosques**

Febrero, 1997 - Mérida, Venezuela

DEDICATORIA

A mi padre y mi madre, hermanos y sobrinos

A Rosa Liz, Jholiana y Diego

A mis abuelos y abuelas

A mis tíos, tías, primos y primas

A la memoria de mi abuelo Manuel y mi tía Emérita

A mis amigos y mi pueblo Guararé

AGRADECIMIENTOS

- *A Dios Todopoderoso por darme fuerzas cada día para enfrentar los retos de la vida.*
- *Al Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables de Panamá, institución para la cual trabajo y me otorgó el permiso para realizar mis estudios.*
- *A la Organización de los Estados Americanos y al Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos de Panamá por financiar mis estudios.*
- *Al Profesor Mauricio Jerez por la excelente conducción del trabajo de grado y durante el periodo de la escolaridad.*
- *Al Profesor Lawrence Vincent por su asesoría en lo relacionado con los aspectos forestales.*
- *Al Profesor Victor Andrade por su paciencia y constancia en la asesoría de los aspectos económicos del trabajo.*
- *Al personal directivo, docente, administrativo y obrero del Centro de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado y de la Facultad. por todo el apoyo que me brindaron durante mis estudios.*
- *A mis amigos y compañeros de la Cohorte 95 - 96 por su solidaridad dentro y fuera de los momentos de estudios.*
- *A Venezuela por permitirme la estadía durante dos años en su territorio.*
- *A mi país Panamá por darme la oportunidad de superarme.*

RESUMEN

Se comparan los efectos que sobre la rentabilidad tienen ocho regímenes de espesura, los cuales están constituidos por once grupos de parcelas permanentes de aclareo y rendimiento establecidas en una plantación piloto de teca en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Los resultados de los totales de ingresos netos capitalizados a un turno de veintiún años, presentaron evidencias que parecen confirmar que los regímenes de espesura con aclareos son más rentables que los regímenes sin aclareos. Además aquéllos regímenes de espesura con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial amplio a moderadamente amplio, para un mismo objetivo de producción.

Palabras Claves:

Régimen, espesura, espaciamiento, aclareos, rentabilidad, teca.

ABSTRAC

The effects of eight stockings over profitability are compared in this paper. This are formed by eleven groups of permanents plots of thinning and performance stablished in a pilot teak plantation in the Caparo Forestry Reserve of Venezuela. The results of the total net incomes capitalized in a twentyone years shift had presented evidence that appears to confirm that the stocking systems with thinning area more profitable than the systems without thinning. Furthermore, those stocking systems of with initial reduced spacing and very frecuent thinning are more profitable than the systems from initial wide spacing to moderate wide spacing,for the same production goal.

Key words: Systems, stocking, spacing, thinning, profitability, teak.

CONTENIDO

	Pag.
Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Resumen	iii
 <i>Capítulo 1</i>	
1. Introducción	1
1.1. Planteamiento del tema investigado	1
1.2. Importancia del tema	4
1.3. Objetivos	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Hipótesis	7
 <i>Capítulo 2</i>	
2. Revisión bibliohemerográfica	8
2.1. Distribución natural y algunas características de la teca	8
2.2. Crecimiento y productividad	9
2.3. Espaciamientos y aclareos	10
2.4. Modelos matemáticos	15
 <i>Capítulo 3</i>	
3. Area de estudio y características de la plantación	17
3.1. Ubicación	17
3.2. Régimen de tenencia y superficie	17
3.3. Clima	17
3.4. Características geomorfológicas	19
3.5. Suelos	20

3.6.	Vegetación	21
3.7.	Características de la plantación piloto de teca	22

Capítulo 4

4.	Metodología	24
4.1.	Rendimiento de la plantación	24
4.1.1.	Bases del trabajo de investigación	24
4.1.2.	Recopilación de información básica para la masa forestal	24
4.1.3.	Procesamiento de datos de la masa forestal	25
4.1.3.1	Generalidades del sistema para el procesamiento de datos de la masa forestal	25
4.1.3.2	Obtención de la matriz de cap por árbol	26
4.1.3.3	Procesamiento de la densidad, área basal, diámetro del árbol medio y volumen	27
	a. Densidad	27
	b. Área basal y diámetro medio	27
	c. Estimación de volumen	28
	c.1 Obtención de los modelos de regresión altura en función del diámetro	28
	c.2. Análisis de regresión para grupos de parcelas	30
	c.3. Volumen de la masa forestal total	31
	c.4. Volumen por categoría diamétrica	31
4.1.3.4	Clasificación de las parcelas en grupos similares	32
	a. Clasificación cuantitativa de las variables de agrupamiento	32
	b. Clasificación cualitativa de las variables de agrupamiento	32
	c. Análisis Multivariante de Cluster	35
4.1.3.5	Caracterización de los regímenes de espesura por grupos de parcelas	37

4.1.3.6 Comparación de la actual clasificación de las parcelas, con otras clasificaciones	40
4.2. Rendimientos económicos	42
4.2.1 Generalidades	42
4.2.2. Descripción de escenarios	43
4.2.2.1 Escenario 1	43
4.2.2.2 Escenario 2	43
4.2.3 Descripción de escenarios	44
4.2.3.1 Escenario 3	44
4.2.3.2. Escenario 4.	44
4.2.4. Variables de estudio	44
4.2.5. Estimación de costo de establecimiento y manejo	45
4.2.5.1 Estimación de costos de establecimiento	45
4.2.5.2 Estimación de costos de manejo (aclareos)	45
4.2.6. Estimación de ingresos de aclareos y valor del vuelo principal	47
4.2.7. Capitalización de costos e ingresos	49
4.2.8. Actualización de costos e ingresos de la plantación	49
4.2.9. Análisis de sensibilidad	50
4.2.9 Prueba de hipótesis	51

Capítulo 5

5. Resultados y discusión	52
5.1. Rendimiento de la plantación	52
5.1.2. Volumen total sin corteza	52
5.1.3. Densidad y volumen sin corteza para el vuelo principal y eliminado por especificación diamétrica	55
5.1.3.1 Comparación entre regímenes	55
5.1.3.2 Comparación entre grupos	56

Capítulo 6

6.	Conclusiones y recomendaciones	87
6.1.	Conclusiones	87
6.2.	Recomendaciones	88
	Bibliohemerografía	90
	Anexos	95

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pag.
1. Clasificación cualitativa de las variables usadas para agrupar las parcelas	33
2. Variables de la masa forestal usadas para agrupar parcelas	34
3.a. Agrupación de parcelas por el Método Cluster	36
3.b. Agrupación de parcelas por el método Cluster	36
4. Características de las variables usadas para definir los regímenes de espesura	38
5. Características de los regímenes de espesura	39
6. Porcentaje por tipo de productos a obtener en las categorías diamétricas	47
7. Precio de venta de los productos del aclareo en el patio de la plantación	48
8. Volumen total sin corteza del vuelo eliminado y principal en teca de 21 años de edad	53
9. Densidad y volumen sin corteza promedios para teca por especificación diamétrica a los 21 años de edad	57

10.	Densidad y volumen sin corteza para el vuelo eliminado en el primer aclareo de teca por especificación diamétrica	58
11.	Densidad y volumen sin corteza para el vuelo eliminado en el segundo, tercero y cuarto aclareo de teca por especificación diamétrica	59
12.	Densidad y volumen sin corteza promedios para teca por categorías diamétricas a los 21 años de edad	63
13.	Densidad y volumen sin corteza para el vuelo eliminado en el primer por categorías diamétricas	64
14.	Densidad y volumen sin corteza para el vuelo eliminado en el segundo, tercero y cuarto aclareo de teca por categorías diamétricas	65
15.	Ingresos del propietario de la plantación por la venta de la madera para aclareos y aprovechamiento del vuelo principal	70
16.	Ingresos para el propietario cuando realiza los aclareos y aprovecha el vuelo principal por gestión propia	74
17.	Indicadores financieros para el escenario 3	77
18.	Indicadores financieros para el escenario 4	79
19.	Análisis de sensibilidad para el escenario 4	83

LISTA DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Ubicación del área de trabajo	18
2. Volumen eliminado y principal a los 21 años de edad para teca en Caparo	54

3	Beneficios del propietario por la venta en pie de los aclareos y el vuelo principal	71
4.	Valor de la madera en pie cuando el propietario realiza los aclareos y aprovecha el vuelo principal	75

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Pag.
1.	Información general de las parcelas permanentes de aclareos y rendimientos de teca en Caparo	96
2.	Intensidad de los aclareos en las ppar de teca en Caparo	97
3.	Superficie de las ppar de teca	98
4.	Rendimiento de la masa forestal total. Parcela 3, teca, Caparo	99
5.	Modelos de regresión altura-diámetro para el vuelo eliminado y principal	100
6a.	Comparación de volumen del vuelo principal obtenido con modelos de regresión para grupos y por parcelas individuales	101
6b.	Comparación de volúmenes con modelos de regresión para grupos y por parcelas individuales para el vuelo eliminado	102
7.	Variables de la masa forestal por categorías diamétricas	103
8.	Agrupación de parcelas con base a espaciamiento inicial y números de aclareos	104
9.	Cálculo de costos para el grupo I en una plantación de teca	105
10.	Determinación de los costos de aclareo para una plantación de teca	106

5.1.4. Densidad y volumen sin corteza para el vuelo principal y eliminado por categorías diamétricas	62
5.1.4.1 Grupos del régimen de espesura con densidad de 2500 árb/ha con y sin aclareos	62
5.1.4.2 Grupos del régimen de espesura con densidad de 1600 árb/ha con y sin aclareos	66
5.1.4.3 Grupos del régimen de espesura con densidad de 1111 árb/ha con y sin aclareos	67
5.1.4.4 Grupos del régimen de espesura con densidad de 625 árb/ha con y sin aclareos	68
5.2. Rendimientos económicos	69
5.2.1. Escenario 1. El propietario vende el aclareo y el vuelo principal a un contratista por un valor en pie	69
5.2.2. Escenario 2. Beneficios del propietario que realiza los aclareos y aprovecha el vuelo principal	73
5.2.3 Comparación entre los escenarios uno y dos	76
5.2.4. Escenario 3. Indicadores financieros para la venta de los aclareos y el vuelo principal en pie	77
5.2.5. Escenario 4. Indicadores financieros cuando el propietario realiza los aclareos y aprovecha el vuelo principal	78
5.2.5.1 Grupos del régimen 2500 árb/ha con aclareos	78
5.2.5.2 Grupos del régimen de 1600 árb/ha con aclareo	78
5.2.5.3 Grupos del régimen de 1111 árb/ha con aclareo	80
5.2.5.4 Grupos del régimen de 625 árb/ha con aclareo	81
5.2.5.4 Grupos del régimen de 2500 y 1600 árb/ha sin aclareos	82
5.2.6. Análisis de sensibilidad	82
5.3 Prueba de hipótesis sobre la rentabilidad de los regimenes de espesura	84

11.a.	Costo de madera para aclareo en pie e impuesto de Seforven por tipo de productos	107
11.b.	Impuestos por el aprovechamiento de la madera	108
11.c.	Costo total y promedio para el propietario que realiza los aclareos	109
12a.	Valor de los productos en el patio de la plantación para el tercer aclareo	110
12.b.	Ingreso total y promedio para el propietario que realiza los aclareos	112
13.a.	Valor en pie de la madera de aclareo capitalizado al año 21 (Escenario 1)	113
13.b.	Ingresos totales que recibe el propietario por la venta de la madera en pie para el aclareo y el vuelo principal	114
14.a.	Valor capitalizado de la madera en pie cuando el propietario realiza los aclareos de teca	115
14.b.	Valor de la madera en pie cuando el propietario realiza las operaciones de aclareos y aprovechamiento del vuelo principal	116
15.	Valor del vuelo principal a los 21 años de edad	117
16	Costos e ingresos actualizados para una plantación de teca	118
17.	Glosario	120

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del tema investigado.

Las plantaciones forestales se han convertido en una actividad con mucho atractivo comercial, aún en los países con menor tradición forestal, lo que ha contribuido entre otras cosas, a la ejecución de innumerables investigaciones. Aunque se han logrado avances, son muchas las áreas que todavía quedan por investigar con la finalidad de lograr un conocimiento más amplio, que permita contar con la mayor cantidad de información que oriente a los profesionales forestales en el manejo técnico de las plantaciones. Este manejo no solo debe estar enfocado desde el punto de vista ecológico-biológico, sino también desde un punto de vista económico, a fin de optimizar el manejo de la plantación y así contar con mayor seguridad para alcanzar los objetivos previamente establecidos.

En la planificación de un proyecto para el establecimiento de una plantación forestal, se debe prestar atención a diferentes etapas que están relacionadas con esta actividad. Estas etapas son : la selección de los sitios a plantar, producción de plantas (etapa de vivero), establecimiento de la plantación, manejo, aprovechamiento, transformación e industrialización y comercialización de los productos. Para los fines de este trabajo, las etapas de mayor interés son la de establecimiento y manejo, debido a que en estas etapas es donde se consideran los componentes del régimen de espesura (espaciamento inicial y régimen de aclareo) y aunque sin profundizar, la etapa de comercialización por los tipos de productos y los precios de mercado.

Las etapas de establecimiento y de manejo son de vital importancia para los planificadores forestales ya que en éstas se deben tomar decisiones que tendrán influencia directa en el futuro desarrollo y rendimiento de la plantación. Se podría decir, que las decisiones más relevantes están en la definición del régimen de espesura que se aplicará a la plantación.

Además, es importante señalar que al planificar un régimen de espesura es imprescindible considerar el objetivo final de la plantación.

La optimización de la producción en el manejo de plantaciones forestales es compleja y a la vez de gran importancia en su economía. Esta complejidad se debe a las múltiples variables que intervienen, las cuales pueden ser propias de la masa forestal (por ejemplo, la respuesta a la competencia e interacción con el sitio) o pueden ser externas (por ejemplo, las medidas de manejo que incluyen el espaciamiento inicial, aclareo y poda) o factores de tipo económico externos al manejo como son la tasa de interés, precios de los productos, fluctuaciones del mercado, entre otros. De estas variables, probablemente el régimen de espesura es uno de las más importantes por su efecto marcado sobre la producción (Vincent, 1985). De acuerdo con el autor la toma de decisiones requiere la consideración de un amplio número de cursos alternativos de acción en el manejo, los cuales puede ser combinaciones de espaciamiento inicial, aclareos y turno. Estos deben primero ser formulados como posibles cursos de acción, luego probados mediante procedimientos de evaluación de proyectos haciendo estimaciones y proyecciones con base en la información disponible.

Como se puede apreciar, antes de establecer una plantación forestal son muchas las interrogantes que se tiene que plantear el planificador forestal. Entre estas interrogantes se pueden considerar las siguientes: ¿Qué producto se desea obtener al final del turno fijado?; ¿Cuál es el espaciamiento inicial más adecuado para lograr ese objetivo de producción al menor costo posible?; ¿Cuántos aclareos se deben realizar para concentrar la mayor productividad del sitio en el número óptimo de árboles?; ¿Cuándo realizar el primer aclareo, y los sucesivos?; ¿A qué intensidad se deben realizar los aclareos?; ¿Debe ser el primer aclareo comercial o no?; ¿Existe o no mercado para los productos de los aclareos? y ¿Cuáles son la exigencias del mercado para los productos de los aclareos?.

Las interrogantes anteriores permiten analizar y plantear la problemática general del manejo de una plantación forestal, con el objetivo de buscar las alternativas más convenientes y seleccionar los regímenes de espesura que conduzcan a la optimización de la producción. Esto hace compleja la decisión a tomar sobre cual régimen de espesura utilizar para cumplir la finalidad antes señalada. El problema se podría dividir en dos partes que son: a) los aspectos técnicos que están relacionados con la información mínima necesaria para la definición del régimen de espesura a utilizar tales como el espaciamiento inicial, número de aclareos, intensidad, edad del primer aclareo, entre otros y b) los aspectos económicos relacionados con los ingresos por los tipos de productos a obtener, costos de los aclareos, colocación de los productos de aclareo en el mercado, en fin, la rentabilidad del régimen seleccionado.

En la mayoría de las ocasiones, los planificadores forestales no cuentan con la información mínima necesaria para tomar decisiones sobre cuáles son los regímenes de espesura más convenientes que se deben aplicar a la plantación; por lo tanto, se trabaja empíricamente sin tomar en consideración que la aplicación de un régimen inadecuado puede producir resultados desfavorables desde el punto de vista técnico y económico. En este sentido se podría pensar en el manejo correctivo una vez se disponga de la información pertinente, pero se debe tener presente que se puede incurrir en mayores costos y aumenta el riesgo de no alcanzar los objetivos de producción previamente establecidos.

En la mayoría de las especies forestales utilizadas en programas de reforestación en los trópicos se desconoce la información mínima necesaria para planificar los regímenes de espesura más adecuados. Para este trabajo se seleccionó una de las especies con mayor atractivo en los programas de reforestación, como es la teca (*Tectona grandis L. f.*), aunque se tiene presente que para la especie es mucha la información que hace falta obtener para lograr el diseño del régimen de espesura óptimo.

En la Reserva Forestal de Caparo en Venezuela (para efectos del trabajo cuando se mencione Caparo se estará haciendo referencia a dicha Reserva Forestal), a principios de la década de los años setenta se establecieron plantaciones de teca a escala piloto. En dichas plantaciones se establecieron más de 30 parcelas permanentes de aclareo y rendimiento (ppar), utilizando diferentes regímenes de espesura. Ello ha generado gran cantidad de datos, cuyo procesamiento ha permitido obtener información cuantitativa con mayor confiabilidad, que sirve para el análisis y diseño de regímenes de espesura para la mencionada especie. Si a la información obtenida se le adiciona un estudio del componente económico, como en éste caso, se comenzarán a responder algunas de las interrogantes antes mencionadas, hasta lograr la información necesaria y alcanzar la mejor combinación de los elementos técnicos y económicos para la selección de los regímenes de espesura más apropiados, para permitir cumplir con objetivos combinados de producción maderera y rentabilidad económica, finalidad del manejo que se aplica a una plantación forestal.

1.2 Importancia del tema.

En los últimos años, en el trópico americano se ha incrementado el establecimiento de plantaciones forestales con teca. Una de las principales causas es la alta calidad de su madera permitiéndole una amplia gama de usos. Esta característica de la teca ha permitido su introducción al mercado mundial de la madera, atrayendo más inversionistas forestales interesados en desarrollar proyectos de reforestación con la mencionada especie, bajo el criterio, de la existencia de un amplio mercado actual y futuro con precios crecientes. Sin embargo, para que se continúe ampliando la utilización de la teca en los programas de reforestación, es de vital importancia contar con mayor información sobre los regímenes de espesura a utilizar donde se alcancen los mayores rendimientos madereros y económicos en el menor tiempo y con los menores costos posibles.

Una de las contribuciones del presente trabajo es precisamente, desarrollar una metodología que permita analizar y evaluar diversas alternativas de manejo, como son los regímenes de espesura para teca y poderlos aplicar en plantaciones establecidas o por establecerse, con el propósito de fortalecer el alcance de la metodología propuesta.

Al establecer esta metodología se ofrecerá una herramienta más a los profesionales forestales para que puedan desarrollar alternativas de regímenes de espesura, las analicen y seleccionen las más convenientes de acuerdo a los objetivos perseguidos por técnicos e inversionistas. El alcance de la misma estará en función de la eficacia en la toma de decisiones al momento de analizar diferentes alternativas de regímenes de espesura.

El trabajo se divide en dos partes principales que son: los rendimientos de la plantación, en los que se procesan datos y analiza información sobre rendimientos volumétricos de la masa forestal por especificación y categorías diamétricas. Previo a ello, fue necesario el procesamiento de modelos de regresión de la forma altura en función del diámetro y realizar análisis computarizados o manuales para el agrupamiento de parcelas. Para los grupos de parcelas se procedió a calcular los promedios para la densidad, área basal, volumen con y sin corteza, información necesaria en la etapa económica.

La segunda parte corresponde a los rendimientos económicos, que en gran medida dependen de los resultados obtenidos en la primera parte. Para desarrollar esta etapa, se determinaron los costos generales de los aclareos, se obtuvo información sobre los productos que actualmente tienen demanda en el mercado, sus dimensiones y precios. Se elaboró una base de datos con la cual se procesan los volúmenes por categorías diamétricas para cada tipo de producto y se obtiene el ingreso total por grupo. Con la información de los costos e ingresos se realizaron capitalizaciones que permitieron evaluar los diferentes regímenes de espesura.

Otro de los pasos seguidos en el planteamiento económico fue la identificación de las principales actividades, rendimientos, requerimientos y costos para el establecimiento y manejo de una plantación forestal, que junto a los ingresos generados por el procedimiento antes descrito, permiten elaborar análisis financieros con la finalidad de evaluar las alternativas que se presentan con los regímenes de espesura (objeto de estudio en el trabajo) a través de indicadores financieros.

Finalmente se realiza la interpretación de los resultados que permiten presentar algunas conclusiones y recomendaciones.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general:

El objetivo general fue comparar diferentes regímenes de espesura y sus efectos en la rentabilidad de la teca en Caparo.

1.3.2. Objetivos específicos:

Los objetivos específicos fueron:

- a- Estimar el rendimiento de volumen total y comercial de la teca bajo diferentes regímenes de espesura.

- b- Estimar los ingresos de la teca bajo diferentes regímenes de espesura.

- c- Estimar los costos por concepto de establecimiento y manejo de la teca bajo diferentes regímenes de espesura.

1.4. Hipótesis.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

- Los regímenes de espesura con aclareos son más rentables que los regímenes sin aclareos, para un mismo objetivo de producción.

- Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes, dentro de ciertos rangos, son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial reducido y aclareos no frecuentes a frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

- Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial amplio y moderadamente amplio con aclareos no frecuentes a frecuentes, son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

- Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial amplio y aclareos no frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos no frecuentes a frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

CAPÍTULO 2.

REVISIÓN BIBLIOHEMEROGRÁFICA

2.1. Distribución natural y algunas características de la teca.

La teca es nativa de la India Peninsular, Birmania, zonas occidentales de Tailandia e Indochina; se encuentra desde el nivel del mar, en Java, hasta 1200 m de altitud en India Central. Requiere suelos bien drenados, aireados y profundos, preferiblemente fértiles. En su área de distribución natural se extiende hasta 25 ° de latitud norte y 14 ° de latitud sur. Requiere de precipitación entre 850 mm y 2500 mm, con tres a cinco meses sin lluvia y temperatura media anual de 25 a 28 °C (Salazar y Albertin, 1974). La madera de teca tiene amplia gama de usos tales como la construcción de puentes y muelles, mueblería, vagones y durmientes de ferrocarril y carpintería en general. Es muy apreciada en los astilleros, donde se utiliza para la cubierta de los barcos; además, sirve para la talla y en contacto con el suelo es durable (Keogh, 1979).

En 1842 se iniciaron en la India las primeras plantaciones de teca (Chaturvedi, 1995). Por los buenos resultados obtenidos, la teca se difundió en sus lugares de origen y posteriormente a otros países tropicales y subtropicales del este y oeste de Africa, el Caribe, Centro y Sur América (Chakraborti y Gaharwar, 1995). En América las introducciones más importantes se dieron entre 1913 y 1916 de Birmania a Trinidad y en 1929 de Sri Lanka a Summit Gardens en Panamá (Keogh, 1979). En Venezuela esta especie se introdujo en 1936 en Rancho Grande, Estado Aragua y para 1959 se plantó más generalmente en fincas (Betances, 1986). Luego en 1971 se establece en plantaciones piloto en la Reserva Forestal de Caparo (Corpoandes, 1973), donde se ha adaptado satisfactoriamente a suelos arenosos, bien drenados de selva decídúa de banco donde ha

presentado rápido crecimiento, buena forma y baja mortalidad (Torres,1975; Aguilar, et. al, 1985).

2.2. Crecimiento y productividad.

En Côte-d'Ivoire (Costa de Marfil) la productividad en plantaciones de teca de 30 años de edad oscila entre 5 y 16 m³/ha/año según la fertilidad de los suelos. En las zonas de vida bosque húmedo tropical la producción es de 10 - 16 m³/ha y en las sabanas es de 5 a 7 m³/ha (Dupuy y Verhaegen, 1993).

En una plantación de teca en Nicaragua, se estimó un crecimiento diamétrico anual de 2.54 cm (1 pulgada) lo que daría una producción de 304 m³ (10740 pies cúbicos) de madera sin corteza a la edad de 30 años. El crecimiento medio anual resultó en 10 m³/ha/año (Weidema, 1966). En Cáceres, Mato Grosso, Brasil una plantación de teca de 25 años alcanzó una producción de 320 a 330 m³/ha (Beysel, 1991).

En Puerto Rico, las plantaciones de teca, entre 24 y 51 años de edad alcanzaron un volumen total de 111 a 574 m³/ha y el volumen comercial fue entre 61 y 230 m³/ha. El diámetro medio fue de 13.9 a 42.8 cm y la altura media desde 12.1 a 24 m. La media del diámetro y la altura para los árboles dominantes fue de 19 a 47.7 cm y desde 16.6 a 27 m respectivamente (Weaver y Francis, 1990).

En la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela, Hase y Castillo (1979) encontraron que la productividad de área basal para el tipo de suelo franco-franco-limoso (variante arcillosa) fue de 18.9 m²/ha a los 6 años de edad y para el tipo de suelo areno-francoso (variante arenosa) fue de 8.8 m²/ha para la misma edad.

Quintero (1995), encontró para plantaciones pilotos de teca de veinte años de edad y bajo distintos regímenes de espesura, localizada en la reserva antes mencionada, los resultados

siguientes: 38 árb/ha con área basal de $4,0 \text{ m}^2/\text{ha}$ y un volumen de $33 \text{ m}^3/\text{ha}$, bajo un régimen de $4,0 \times 4,0 \text{ m}$ con un aclareo; $32,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ para 25 árb/ha bajo un régimen de $3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ con un aclareo; y $32,3 \text{ m}^3/\text{ha}$ para 24 árb/ha bajo un régimen de $2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$, para la especificación diamétrica de 35 cm. Además encontró para los dos últimos regímenes un rendimiento volumétrico de $9,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ y $11,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ con 6 árb/ha para la especificación diamétrica de 40 cm.

2.3. Espaciamiento y aclareos.

Para Vincent (1990) el manejo de plantaciones forestales requiere de intervenciones periódicas de aclareo con el fin de manipular la competencia y concentrar la productividad del sitio en un número óptimo de árboles seleccionados con base a su forma y distribución espacial. Las cortas intermedias constituyen una oportunidad de obtener productos a edades relativamente cortas, pero a la vez constituyen una fuente de dificultad técnica y económica. Lo técnico se refiere a la falta de normas e información sobre los regímenes de espesura óptimos para la producción de diversos bienes. Lo económico se refiere principalmente a la dificultad de colocar los productos en el mercado y los problemas relacionados con los costos de extracción de productos de pequeñas dimensiones.

Pimstein (1978) expresa que los aclareos si son periódicos e intensos generarán más ingresos, lo que tenderá a neutralizar los efectos del tiempo de espera de ingresos, muy particular de los proyectos forestales. Vincent (1985) manifiesta que el volumen total producido al final del turno, generalmente, es mayor para espesuras mayores; sin embargo, son las condiciones económicas (mercados para diferentes tamaños de productos y sus respectivos precios) las que determinan si es mejor producir mayor volumen total pero de menores dimensiones, o menor volumen total pero de mayores dimensiones.

La tendencia imperante en el hemisferio sur, es adoptar espaciamientos más amplios que los utilizados en Europa y se debe al deseo de obtener rápidamente madera para aserrió (Wardle, 1967). Este último autor también expresa que los espaciamientos menores no están justificados si se tiene en cuenta el costo de inversión de la plantación y su influencia en la magnitud de los primeros aclareos. Durante todo el periodo de aclareo se preconiza la mayor intensidad del mismo compatible con la máxima producción en volumen.

El impacto más evidente del espaciamiento en el crecimiento está relacionado con el árbol individual. La producción total de madera por unidad de área es menor en plantaciones espaciadas más ampliamente pero el crecimiento del árbol individual es estimulado, lo que es un argumento importante para evitar aclareos no comerciales (Low y Van Tol, 1977).

En el Distrito Forestal Saradan al Este de Java se realizó un estudio de espaciamiento para la teca. Los regímenes de espaciamiento probados fueron 3 m x 1 m (espaciamiento normalmente usado), 4 m x 2 m; 5 m x 2 m y 6 m x 2 m. La plantación fue establecida en 1981. Las distancias más grandes entre plantas en la misma línea resultó en un mayor crecimiento en diámetro para el rodal. Datos suplementarios también dados para rodales más viejos (establecidos en 1883 y medidos en 1894) establecidos a 3 m x 1 m; 3 m x 2 m; 4 m x 2 m y 3 m x 3 m de espaciamiento; también muestran mayor crecimiento en diámetro con espaciamientos más amplios (Budiantho, 1989).

Los efectos del espaciamiento en relación al crecimiento y producción de madera en plantaciones de teca de 18 años investigados en parcelas experimentales establecidas en la Reserva Forestal Gambari, al suroeste de Nigeria fueron reportados por Ola-Adams (1990). Los siguientes regímenes de espaciamiento fueron investigados en rodales de teca: 1,37 m x 1,37 m; 1,98 m x 1,98 m; 2,9 m x 2,9 m y 3,96 m x 3,96 m. Los resultados mostraron que el porcentaje de sobrevivencia, diámetro a la altura del pecho, y la gravedad específica aumentaron con incrementos del espaciamiento. El autor concluyó

con el estudio y estudios previos que en las grandes zonas forestales el espaciamiento para teca podría no ser menor a 2,44 m x 2,44 m o mayor a 2,9 m x 2,9 m.

García (1986) propone para la teca en Venezuela un espaciamiento inicial de 4 m x 4 m antes que un espaciamiento más estrecho porque permite obtener mayores diámetros en un tiempo relativamente corto, los costos de plantación son menores y evitan el primer aclareo no comercial del manejo tradicional. Recomienda hacer estudios económicos para este espaciamiento, para contar con más bases en la selección de las mejores alternativas para la teca.

Estimando el volumen a partir del área basal para teca en Caparo, Venezuela se encontró que los volúmenes sobre corteza y bajo corteza varían con la densidad de plantación y la calidad de sitio en la misma plantación tiene muy poca influencia en la relación volumen - área basal (Betances, 1986).

En parcelas de teca en Caparo, con la misma edad y espaciamiento inicial, se practicaron la misma cantidad de aclareos, con la misma intensidad a igual edad y se obtuvieron alturas totales similares (Díaz, 1989). Basándose en la edad de la plantación, espaciamiento inicial, número y edad de aplicación de aclareo, intensidad y densidad actual estableció comparaciones entre las alturas y diámetros alcanzados por la teca a la edad de 14 -15 años, 16-17 y 17-18 años. Para la edad de 14 -15 años, fueron pocas las diferencias en diámetro, altura total y área basal entre parcelas, aún cuando se consideraron tres espaciamientos iniciales (2,0 m x 2,0 m, 2,5 m x 2,5 m y 3,0 x 3,0 m) que dieron tres categorías distintas. Las parcelas entre 16 y 17 años con espaciamiento inicial de 2,5 m x 2,5 m y un aclareo superaron a las densas de 2,0 m x 2,0 m sin aclareo, en 1 ó 2 m de altura y en 1 a 3 cm de diámetro.

Los efectos del espaciamiento en el crecimiento y rendimiento de teca en Nigeria fueron reportados por Adegbeih (1982). Los espaciamientos utilizados fueron 2,74 m x 1,37 m;

2,74 m x 1,83 m; 3,66 m x 3,66 m; 2,74 m x 2,74 m; 3,66 m x 2,74 m y 3,66 m x 3,66 m. Los parámetros de crecimiento evaluados fueron la altura máxima, altura media, diámetro de los árboles dominantes, diámetro medio, área basal, volumen y factor de forma. Encontró que el espaciamiento inicial óptimo por árbol para alcanzar máxima productividad podría ser entre 5 a 10 m² por árbol (tratamientos 2 al 5). No encontró ventajas para justificar el uso de espaciamientos menores a 2,74 m x 1,83 m y mayores a 2,74 m x 3,66 m. El espaciamiento 3,66 m x 3,66 m, comparativamente produjo bajo volumen y área basal/ha debido a la poca cantidad de árboles/ha, por lo tanto el espacio por árbol no fue totalmente utilizado.

En la India un gran número de compañías están promoviendo las inversiones en plantaciones con teca bajo el argumento de obtener altos ingresos en un periodo de 20 años con la utilización de regímenes de espesura con espaciamientos iniciales reducidos y aclareos frecuentes con una alta producción de madera al final del turno (Chaturvedi, 1995). A estas plantaciones se les aplicará fertilización y riego. El régimen propuesto por las compañías es el siguiente: espaciamiento inicial de 1,65 m x 1,65 m para lograr 1500 árb/acre (3673 árb/ha); el primer aclareo podría ser a los 3 años de edad reduciendo el número de árboles a 1250 /acre (3086 árb/ha) con un espaciamiento de 1,80 m x 1,80 m; el segundo aclareo a los 6 años de edad, reduciendo a 500 árb/acre (1248 árb/ha) y 2,83 m x 2,83 m de espaciamiento; el tercer aclareo a los 12 años de edad, reduciendo a 375 árb/acre (918 árb/ha) con espaciamiento de 3,3 m x 3,3 m; los 375 árb/acre (918 árb/ha) serían retenidos para ser cosechados a los 20 años de edad, con una producción esperada de 393 m³/acre (964 m³/ha) o 1,05 m³/árbol.

Chaturvedi (1995) parece no estar de acuerdo con las condiciones del régimen antes propuesto y basa su punto de vista en datos de crecimiento en plantaciones de teca colectados en la India por más de 80 años. Los datos demuestran que después de muchas pruebas el espaciamiento más usado es de 1,83 m x 1,83 m para 1200 árb/acre (2986 árb/ha). En sitios de calidad I, se reduce en el quinto año a 539 árb/acre (1341 árb/ha).

Los aclareos se llevan a cabo cada 5 años. A los 10 años se reduce la cantidad de árboles a 256 (637), a los 20 años a 102 (254), a los 40 años a 46 (114), a los 60 años a 35 (87) y a los 80 años se reduce a 31 árb/acre (77 árb/ha), respectivamente. El volumen de madera en pie a los 20 años es $23,80 \text{ m}^3$ ($58,8 \text{ m}^3/\text{ha}$) o $0,24 \text{ m}^3/\text{árb}$, a los 40 años es de $72,8 \text{ m}^3/\text{acre}$ ($179,9 \text{ m}^3/\text{ha}$). El autor manifiesta que el volumen proyectado por las compañías a los 20 años es 16 veces más grande que el obtenido en las mejores plantaciones de la India. Bajo estas condiciones, un árbol con $1,05 \text{ m}^3$ de volumen tendrá una circunferencia de 1,53 m ó 50 cm de diámetro (la madera tendría un alto porcentaje de albura, lo cual bajaría la calidad de la misma). El diámetro promedio de 50 cm es obtenido cerca de los 45 años de edad en plantaciones de primera calidad en la India.

En un rodal de teca de 15 años de edad en Nigeria, Lowe (1976) ensayó tres tratamientos de aclareo. Un tratamiento sin aclareo, el segundo con un aclareo moderado y el tercer tratamiento con un aclareo fuerte. Inicialmente el rodal tenía 2220 árb/ha, $31 \text{ m}^2/\text{ha}$ de área basal y un volumen de $210 \text{ m}^3/\text{ha}$. Al aplicar el primer aclareo (segundo tratamiento) disminuyó la densidad del rodal a 760 árb/ha, reduciendo al área basal a $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ y $165 \text{ m}^3/\text{ha}$ el volumen. En el tratamiento con aclareo fuerte la densidad fue reducida drásticamente a 395 árb/ha, el área basal a $13 \text{ m}^2/\text{ha}$ y el volumen a $112 \text{ m}^3/\text{ha}$. Al evaluar el ensayo cinco años más tarde, encontró que el incremento corriente en área basal para el tratamiento sin aclareo fue apenas de $2,9 \text{ m}^2/\text{ha}$; para el tratamiento con aclareo moderado fue de $4,4 \text{ m}^2/\text{ha}$ y para el tratamiento con aclareo fuerte se obtuvo el mayor incremento con $5,9 \text{ m}^2/\text{ha}$. Esto parece indicar que si se desea mantener un ritmo de crecimiento para los árboles se requiere realizar aclareos fuertes a los quince años para bajar el área basal como mínimo a $20 \text{ m}^2/\text{ha}$ con el objetivo de buscar una respuesta en el incremento posterior. Además el autor expresa que los aclareos van a depender en gran medida del mercado para los productos.

2.4. Modelos matemáticos

Vincent (1985, 1990, 1992) utilizó el modelo de área basal para determinar la intensidad de aclareo en plantaciones de teca en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. El modelo se basa en determinar tres puntos de referencia para el área basal potencial, limitante y máxima, con el objetivo de estimar el número de árboles que deben quedar en pie para que alcancen el área basal máxima en el siguiente aclareo.

Para evaluar el espaciamiento inicial y posibles regímenes de aclareos en Bangladesh se utilizó un modelo basado en el tamaño de las copas de los árboles en dos plantaciones de teca de 14 y 9 años de edad. La relación entre el tamaño de la copa y el diámetro fue estimado por regresión lineal. Se encontró que el diámetro de copa (dc) puede ser predicho con el diámetro del tronco (d) mediante la ecuación: $dc = -0,831 + 1,66 d$. Esto determina la cantidad de espacio de dosel ocupado por un árbol individual. De acuerdo al mismo autor, los resultados del uso de éste método establecen que los árboles de teca maduros usan menos eficientemente el espacio de dosel. La tendencia indica que los aclareos podrían hacerse más intensivos y tal vez más frecuentes a medida que el rodal madura (Larson y Nuruz, 1985).

Un modelo determinístico de simulación para plantaciones forestales que permite ensayar diferentes alternativas de manejo, las que son evaluadas económicamente, para luego seleccionar la más satisfactoria fue construido por Pimstein (1978). El modelo permite probar diferentes turnos, frecuencias e intensidades de aclareos, así como distintos precios, costos y tasa de interés. Para la evaluación económica se utilizó el valor actual neto y la tasa interna de retorno.

Un modelo de simulación para atender problemas de densidades de plantación y sus respuestas de crecimiento a las prácticas de manejo fue desarrollado por Zambrano (1993). El modelo de Chapman-Richards se utilizó para predecir el crecimiento del área

basal de vuelos aclareados y no aclareados en plantaciones de teca con rangos de espesura variable. La decisión de aclareo se toma cuando se alcanza un cierto diámetro meta. El área basal a cortar en cada clase diamétrica se decide en cada aclareo. El modelo es iterativo, permite al usuario modificar las variables de estado y simular el crecimiento de una plantación sin aclareos.

Otras herramientas cuantitativas, como la programación dinámica, han sido utilizado en estudios que buscan determinar el nivel óptimo de existencia del rodal, régimen de aclareo, rotación y rentabilidad en plantaciones forestales (Brodie, et al.,1978; Brodie y Kao, 1979; Filius y Dul, 1992). De acuerdo a los autores el método de la programación dinámica es más eficiente y permite considerar un gran número de alternativas donde el tiempo y las especificaciones de la espesura del rodal juegan un importante papel.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 3.

AREA DE ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTACIÓN.

3.1. Ubicación.

La Reserva Forestal de Caparo esta ubicada en los Municipios Ignacio Briceño y Andrés Eloy Blanco del Distrito Ezequiel Zamora al sudoeste del Estado Barinas, en la República de Venezuela (Fig 1). Geográficamente, se encuentra entre los meridianos 70 ° 40' 00'' y 71° 02' 00'' de longitud oeste y entre los paralelos 7° 26' 00'' y 7° 36' 00'' de latitud norte, con altitud promedio sobre el nivel de mar de 140 m (Franco, 1982; Hernández y Guevara, 1994).

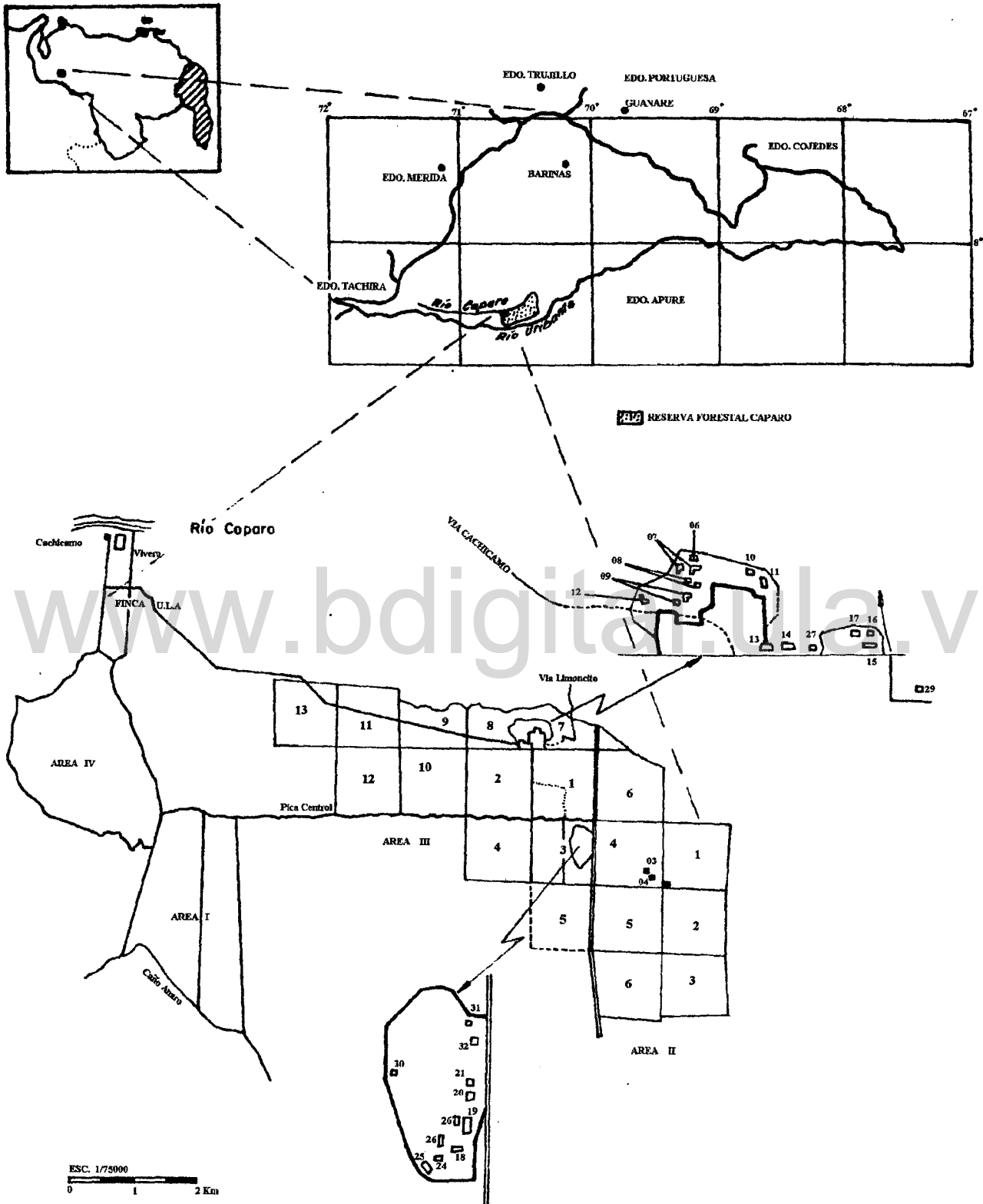
3.2. Régimen de tenencia y superficie.

La Reserva fue creada mediante el Decreto Ejecutivo de la República de Venezuela 26,479 del 2 de febrero de 1961. Actualmente esta bajo la administración del Servicio Forestal Venezolano (Seforven). En la Unidad I de la Reserva existe una área de aproximadamente 7000 ha, que ha sido dada en comodato a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales en representación de la Universidad de Los Andes.

3.3. Clima

Las condiciones climáticas del área están dadas por una precipitación anual de 1750 mm con un marcado periodo de sequía de cuatro a cinco meses de duración. En la época lluviosa se presentan en el área inundaciones frecuentes y en la época seca grandes sequías. La temperatura promedio es de 24,6 °C con amplitud entre el mes más cálido y el más frío de 3,1 °C. La humedad relativa oscila entre 59% y 89%, registrados para enero y junio respectivamente.

UBICACION RELATIVA DEL AREA EXPERIMENTAL DE LA UNIDAD I. R. F. de CAPARO



FUENTE: DIAZ de R., A, 1989 1989

FIGURA 1 UBICACION DEL AREA DE TRABAJO Y LAS PARCELAS PERMANENTES DE TECA.

De acuerdo al sistema de clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el área pertenece a una zona de bosque seco tropical, hacia el límite con el bosque húmedo tropical. Pittier lo clasifica como bosque tropófito macrotérmico y Beard, como formaciones estacionales selva veranera siempreverde, semidecidua y decidua. Formación de pantano herbáceo y formaciones de lodazal y sabana (Franco, 1982).

3.4. Características geomorfológicas.

En general la reserva se encuentra en una llanura aluvial atravesada por varios ríos llaneros en dirección Este hacia el río Orinoco. Se trata de una región deposicional pleistoceno-holocénica de material sedimentario procedente de Los Andes. Las condiciones ecológicas actuales están determinadas por los procesos geomorfológicos, el sorteo y la diferenciación por áreas de la sedimentación. El material aluvial fue sorteado y fue sedimentado con variaciones horizontales (superficial) y verticales (en el perfil) dependiendo ello de la distancia al cauce del río, poder de transporte del agua y el tipo de material. La diferenciación horizontal en el relieve y en la estratificación del suelo es producto de la deposición diferencial y de los cambios en el curso del río. La variabilidad va desde los diques altos y de texturas gruesas de los ríos, pasando por las napas de texturas medias hasta las cubetas de texturas muy finas.

En la Unidad I (área donde se encuentra la plantación piloto de teca) se limita la acción geomorfológica actual a la erosión de orillas y arrastre y deposición de islas de arena dentro del cauce del río Caparo y tierra adentro a la redistribución (ya bastante avanzada) de una delgada capa limosa por la acción del escurrimiento superficial del agua de las lluvias. Este escurrimiento ha desarrollado un profuso sistema de caños y cañadas que drenan hacia los sistemas de esteros de la Unidad.

El paisaje resultante de todos los procesos de deposición es un mosaico de diques, napas y cubetas con canales de desagüe (caños), cauces actuales y meandros abandonados. Cada

unidad geomorfológica presenta propiedades hidrológicas y edáficas características que son determinantes para el desarrollo de la vegetación natural y para el uso agropecuario o forestal de las áreas. Inundaciones muy extendidas pero especialmente de poca profundidad son producidas por las lluvias y la reducida permeabilidad de muchos suelos. El agua superficial temporal se acumula en los bajíos y especialmente en los esteros y lentamente es vaciado en el río Caparo o el caño Anarú, pudiendo o no ser evapotranspirado totalmente el remanente durante los meses de sequía. La altura y duración de estas inundaciones está determinada por la intensidad de las lluvias, la posición topográfica y la textura y estratificación de los suelos (Franco, 1982)

3.5. Suelos.

En la reserva, específicamente donde se encuentran establecida la plantación piloto de teca Hase y Castillo (1979) diferenciaron tres tipos de suelos: el franco-franco-limoso (variante arcillosa), franco-arenoso-franco (típico de banco) y el arenoso-francoso (variante arenosa).

Pimentel (1982) expresa que en la reserva existen tres grupos de suelos. El primer grupo esta representado por los suelos de banco que son rojizos sin microzurcos ni cuarteamiento, de textura franco arenosa en la superficie tendiendo a arenosa a medida que se profundiza. La estructura es granular con régimen hídrico que puede presentarse libre de saturación o con periodos de saturación moderada, de drenaje libre o moderado y escurrimiento superficial ocasional. El segundo grupo lo conforman los suelos de sub-banco que se caracterizan por tener textura franco, franco arcillosa y arcillosa, con estructura blocosa angular a subangular, saturación continua de tres a seis meses por debajo de los 50 cm de profundidad de la superficie del suelo, con escurrimiento superficial moderado. El tercer grupo lo componen los suelos de bajío que presentan texturas franco-arcillosas sobre arcillas, presentan fuertes moteados de óxidos en la superficie y microsuros pronunciados. Son sitios de mal drenaje con estructura granular a

blocosa y régimen hídrico oscilante, dando origen a diferentes tipos de vegetación y caducifolia.

Las propiedades químicas de los suelos de la Unidad I pueden considerarse buenas en comparación con los niveles más comunes del trópico. Ello obedece a que el material depositado por el río Caparo, y en menor grado por el Uribante, en el área es relativamente joven y poco meteorizado. El pH (en CaCl₂) se mantiene en valores entre 3,1 y 5,5 y ocasionalmente superior. El porcentaje de saturación de bases por lo general oscila entre 50 y 80 % y la capacidad de intercambio catiónico entre 9 y 20 meq/100 g de suelo. Sólo los suelos muy arenosos (>60% de arena) pueden considerarse muy pobres químicamente, con una capacidad de intercambio catiónico inferior a 5 meq/100 g de suelo y un porcentaje de saturación de bases inferior a 50 % (Franco, 1982).

3.6 Vegetación.

La vegetación presenta una extrema variabilidad, que va desde el bosque alto (25 a 30 m de altura) hasta sabanas de gramíneas (Zerpa, 1984). La variabilidad de la vegetación está íntimamente ligada a la variabilidad de la cubierta edáfica y está controlada por los cambios ecológicos del sitio, relieve, nivel y duración de la inundación, altura y oscilación del nivel freático, aireación y capacidad de reserva de agua del suelo (Franco, 1982; Pimentel, 1982). La extrema variabilidad de la vegetación en la Reserva Forestal de Caparo, ha sido descrita por Vincent (1970).

La vegetación del área en mención, es el resultado de la interacción e influencia de los factores clima y suelo (Santaromita, 1970 citado por Contreras, 1988), lo cual da origen a formaciones boscosas constituidas por especies deciduas, semideciduas y siempreverdes, con predominancia de unas u otras de acuerdo principalmente a condiciones edáficas, especialmente el drenaje. Estas formaciones pueden diferenciarse como unidades ecológicas relativamente homogéneas, tomando como variables principales el relieve

predominante: banco, sub banco y bajo y el grado de caducifolia del estrato superior, mediante la metodología de estratificación o tipificación del área con la cual se pueden distinguir los siguientes tipos de bosques: selvas deciduas de banco (60 a 100 % de caducifolia y suelos arenosos, bien drenados); selvas subdeciduas de banco (30 a 60 % de caducifolia); selvas subsiempre verdes de bajo (0 a 30 % de caducifolia y suelos arcillosos, mal drenados).

3.7. Características de la plantación piloto de teca.

En Caparo, a través del Programa de Investigación Forestal con fines de Manejo llevado a cabo por la entonces Dirección de Recursos Naturales Renovables del Ministerio de Agricultura y Cría y la Corporación de Los Andes, se establecieron entre junio y julio de 1971 a 1973 aproximadamente 42 ha de teca, bajo la categoría de plantación piloto (Corpoandes, 1973). Las plantaciones fueron establecidas en rastrojos (conucos abandonados donde se había cultivado maíz) y en terrenos deforestados para el establecimiento de las mismas. En los terrenos deforestados, los sitios fueron seleccionados con base a la tipificación del bosque correspondiendo a selva decidua de banco (Corpoandes, 1973).

Se utilizaron plántulas en forma de tocones de 3 a 5 cm de tallo y 10 a 15 cm de raíz (pseudoestacas) que fueron producidas a partir de semillas procedentes de Trinidad (Corpoandes, 1973). De acuerdo con Keogh (1979) la semilla utilizada para las plantaciones de teca en Trinidad fueron de la procedencia Tenasserim, Birmania, introducidas alrededor de 1913 y 1916. Los plántulas fueron producidos directamente en bancales con una capa superficial de 5 cm acondicionada con arena, estiércol y 500 g de Nitrógeno- Fósforo- Potasio (N-P-K) por cada 100 m². El distanciamiento de siembra fue 20 cm entre surcos y 3-4 cm dentro de surcos, con posterior eliminación de plántulas hasta dejar distanciamiento de 20 cm x 20 cm. Se realizaron cuatro limpiezas y no hubo necesidad de control de plagas y enfermedades, ni de fertilización adicional. Las plantas

permanecieron de 9 a 10 meses en el vivero, antes de ser llevadas al lugar de plantación (Torres, 1976). Las plantaciones se realizaron en forma manual y no hubo fertilización previa ni posterior (Torres, 1975).

En las plantaciones se establecieron parcelas permanentes de aclareo y rendimiento en la década de los años setenta, con la finalidad de estudiar la influencia de diferentes regímenes de espesura en el desarrollo y rendimiento de la masa forestal. Los espaciamientos iniciales utilizados fueron 2,0 m x 2,0 m; 2,5 m x 2,5 m; 3,0 m x 3,0 m; y 4,0 m x 4,0 m. A un grupo de éstas parcelas se les realizaron diferentes números de aclareos (uno, dos, tres y cuatro aclareos) a distintas intensidades y frecuencias y al otro grupo de parcelas no se les realizó ningún aclareo.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO 4

METODOLOGÍA

4.1. Rendimiento de la plantación

4.1.1. Bases del trabajo de investigación.

Para el desarrollo de la presente investigación fue necesario contar con información de la masa forestal: densidad, área basal, volumen del vuelo original, eliminado y principal y con información económica- financiera para valorar la masa forestal: costos de implantación y mantenimiento, costos de aclareo, precios de los productos a obtener, tasa de interés, etc. La fuente principal de información para la masa forestal fue el Sistema de Información sobre Rendimientos de Plantaciones (Sinfoplan) en el cual se encuentra almacenada la mayor parte de los datos e información de las parcelas permanentes de rendimiento y aclareo establecidas en Caparo y en las planillas de campo. La información económica-financiera se obtuvo a través de la revisión de informes del Proyecto DC 70 - 002 Programa de investigación forestal con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, revisión de bibliografías sobre proyectos forestales, visitas a aserraderos, y comunicación con el personal encargado de dirigir y realizar aclareos en las Reservas Forestales de Ticoporo y Caparo.

4.1.2. Recopilación de información básica para la masa forestal.

El trabajo se basó en la ordenación, recopilación y procesamiento de datos de las parcelas permanentes de aclareo y rendimiento las que se establecieron entre 1973 y 1981 en la plantación piloto de teca realizada entre 1970 y 1973 en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Dichas parcelas fueron establecidas de manera opínática bajo criterios de espaciamiento inicial, edad de implantación, altura del dosel y relieve. De las

27 parcelas inicialmente analizadas para éste estudio, fueron consideradas 24 (anexos 1 y 2), descartándose las parcelas 7, 18 y 25 por presentar problemas de falta de datos de circunferencia a la altura del pecho (cap) y para el vuelo eliminado.

La superficie de las parcelas seleccionadas esta entre 400 m² y 1600 m² (anexo 3). La mayor parte tienen forma rectangular entre 20 m x 30 m y 20 m x 80 m, con subparcelas de 10 m x 10 m y una zona de aislamiento de 10 m. Cada árbol dentro de la parcela tiene asignado un número y se ha pintado un anillo a 1,30 m de altura (desde el nivel del suelo) con la finalidad de realizar las mediciones del diámetro a través del tiempo en la misma posición.

Se contó con los siguientes regímenes de espesura: 2,0 m x 2,0 m y 2,5 m x 2,5 m sin aclareos (testigos); 2,0 x 2,0 con un aclareo; 2,5 m x 2,5 m con uno, dos, tres y cuatro aclareos; 3,0 m x 3,0 m con uno y dos aclareos y 4,0 m x 4,0 m con un aclareo. Ello permite tener una amplia gama de alternativas que permiten evaluar mejor los tratamientos silviculturales aplicados a las parcelas.

Los datos e información que han generado las parcelas se encuentran almacenados en el Sinfoplan (el cual será brevemente descrito en el próximo punto) y en archivos donde se encuentran las planillas originales de campo. Como se mencionó antes, de éstas dos fuentes se obtuvo la información de la masa forestal que fue utilizada para el trabajo de investigación.

4.1.3. Procesamiento de datos de la masa forestal.

4.1.3.1. Generalidades del sistema para el procesamiento de datos de la masa forestal.

Los datos de la masa forestal fueron obtenidos a través del Sinfoplan, que permite almacenar, actualizar, procesar datos e información de las parcelas permanentes de

aclareo y rendimiento, con la finalidad de obtener reportes por parcela con información sobre dap, densidad, área basal y volumen de la masa forestal total y por categorías diamétricas. El sistema lo constituyen cinco subsistemas que son: base de datos, procesamiento, reporte, transferencia y utilidades.

El funcionamiento del sistema se basa en tres etapas principales que son: entrada de datos que consiste en la introducción de información básica de las parcelas, medidas de los árboles y ecuaciones de regresión altura- diámetro.

En la segunda etapa, el sistema realiza el procesamiento de los datos para la masa de los vuelos original y eliminado. También se procesan los datos de altura y diámetro para obtener los coeficientes de regresión para los cinco modelos que tiene incorporado el sistema.

La tercera etapa en el funcionamiento del sistema es la salida de información en forma de reportes en los que se cuenta con la edad de los árboles, densidad (árboles/ha), área basal (m^2 /ha), diámetro del árbol medio (cm) y volumen total y por categorías diamétricas (m^3 /ha) para los vuelos original, eliminado y principal. Para los modelos de regresión altura - diámetro, se presenta los valores de los coeficientes del intercepto y la pendiente y el coeficiente de determinación, para cada uno de los cinco modelos.

4.1.3.2. Obtención de la matriz de circunferencia a la altura del pecho por árbol.

Antes de iniciar el procesamiento de la densidad, área basal, diámetro del árbol medio y volumen, se procesó el reporte para obtener la matriz de la circunferencia a la altura del pecho por parcela. Ello se realizó con la finalidad de depurar los datos de cada árbol en la parcela, por ejemplo, datos que no se habían registrado en Sinfoplan y que existían en las planillas de campo o datos que no existían en las planillas de campo pero habían sido incorporados al Sinfoplan.

4.1.3.3. Procesamiento de la densidad, área basal, diámetro del árbol medio y volumen.

Se produjeron reportes de densidad, área basal, diámetro medio y volumen para cada uno de los años de medición en las 24 parcelas seleccionadas. Esta información es presentada en Sinfoplan mediante un reporte de la masa forestal total (anexo 4). Primero se procesaron los datos de la masa forestal del vuelo original, después los del vuelo eliminado.

El sistema procesa directamente los datos del vuelo principal al obtener la diferencia entre el vuelo original y el vuelo eliminado. En los años en que no existe vuelo eliminado el sistema considera los mismos datos del vuelo original para el vuelo principal. Adicionalmente, se procesó y solicitó un reporte de la matriz de las circunferencias a la altura del pecho por árbol.

a. Densidad.

Luego del procesamiento del vuelo original y eliminado generó el reporte de la masa forestal total para verificar la densidad año a año. El principal problema que se presentó en un gran número de las parcelas fue, la presencia de aumentos y descensos de la densidad en años sucesivos. Para atender ésta situación, se procedió a revisar la matriz de cap por árbol y las planillas de campo para detectar errores.

b. Area basal y diámetro del árbol medio.

Igual que en el caso del procesamiento de la densidad, el área basal es procesada primero para el vuelo original y posteriormente para el vuelo eliminado, obteniéndose información para el vuelo principal. El principal problema que se presentó en el procesamiento del área basal, fue la existencia de años con registros donde el valor del área basal era inferior al del año anterior. Se procedió a revisar la matriz de cap por árbol y las planillas de campo

y se detecto que los registros de las caps en algunas ocasiones eran menores que para el año anterior. También se obtiene la información sobre el diámetro del árbol medio para cada uno de los años de mediciones.

c. Estimación de volumen

Al no contar con tablas de volumen para la teca de Caparo, al momento que se diseñó el Sinfoplan y no existiendo grandes diferencias entre las plantaciones de Caparo y Ticoporo, el sistema utiliza las ecuaciones de volumen encontradas por Salinas (1985) para la teca establecida en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, que estiman el volumen bruto hasta un diámetro mínimo de 5 cm en el tope del fuste. Las ecuaciones seleccionadas fueron:

Para el volumen total con corteza, excluyendo un tocón de 30 cm:

$$V = 0,000022142 d^{1,6151} h^{1,5082}$$

Para el volumen sin corteza, excluyendo un tocón de 30 cm:

$$V = 0,00000983 d^{1,78684} h^{1,52166}$$

donde: V = volumen del árbol con y sin corteza en m³
 d = diámetro a la altura del pecho en cm
 h = altura total del árbol en m.

c.1 . Obtención de los modelos de regresión altura en función del diámetro.

Con los datos de una muestra de altura por árbol y año de medición, se procedió a ajustar modelos matemáticos de altura en función del diámetro ($h = f(d)$) y se corrieron en Sinfoplan las regresiones con los modelos siguientes:

Lineal	$h = a + (b * x) + e$
Lineal Semilogarítmico	$h = a + (b * \log(x)) + e$
Lineal Doble Logarítmico	$h = \exp(a) * x^b + e$
Schumacher	$h = \exp(a + (b * 1/x) + e)$
Lineal Recíproco	$h = a + (b * 1/x) + e$

donde :

- h = altura en m (variable dependiente)
- a = coeficiente (intercepto)
- b = coeficiente (pendiente)
- x = diámetro (dap) en cm (variable independiente)
- e = término de error

Para los modelos Lineal Semilogarítmico, Lineal Doble Logarítmico y Schumacher fue necesario hacer transformaciones, quedando las variables altura y diámetro de la manera siguiente: $\ln(h) = a + b \ln x$

Las regresiones se corrieron para los años en que existían registros para las variables altura y diámetro. En aquellos años en los que no se realizaron registros de alturas, se procedió a utilizar modelos de regresión obtenidos para años cercanos.

El Sinfoplan selecciona directamente el modelo con mayor coeficiente de determinación (r^2) con los que estima las alturas de los árboles a los que no se les midió esta variable en campo. Después, se procedió a revisar los modelos de regresión y los coeficientes de determinación debido a que se optó por aceptar sólo aquellos modelos con un coeficiente de determinación igual o mayor a 0.50 (excepto un caso en la parcela 19 para el año 21 con $r^2=0,40$). En los años que no se cumplía esta condición, el modelo era reemplazado por otro que si la cumpliera.

Existe una gran cantidad de parcelas en las que no se realizaron mediciones de alturas (en algunas ocasiones hasta cuatro años consecutivos) y fue necesario interpolar las alturas faltantes, seleccionando años bases que presentaran una cantidad mínima de ocho árboles a los que se les hubiera medido la altura. Luego de obtener las alturas interpoladas se localizaron los diámetros correspondientes y se crearon los archivos para correr las regresiones con los cinco modelos y se seleccionaba aquel que cumpliera la condición antes indicada. El modelo seleccionado se incorporaba a Sinfoplan y se volvía a procesar todos los datos para obtener un nuevo reporte de volumen.

La mayor dificultad en el procesamiento de los datos se dio, precisamente, con el ajuste de modelos de regresión, debido a que existen problemas en algunos años donde se sobrestimaron las mediciones de las alturas en el campo. Ello provoca a su vez que los modelos ajustados sobrestimaran las alturas y por ende su repercusión al momento de estimar el volumen. En algunas ocasiones fue necesario interpolar las alturas, para evitar usar datos no confiables.

Debido a que el análisis económico se realizaría con la información de los aclareos y el vuelo principal, se optó por seleccionar los modelos de regresión altura - diámetro que correspondieran a los años en los cuales se ejecutaron los aclareos y el vuelo principal a los 21 años de edad (anexo 5).

c.2. Análisis de regresión para grupos de parcelas.

Con el propósito de descartar el posible efecto sobre el volumen, con el uso de un modelo de regresión altura - diámetro en cada una de las diferentes parcelas, se procesaron los volúmenes para las parcelas agrupadas con un mismo modelo de regresión con el propósito de conocer si el rendimiento se mantenía igual, mejoraba o decrecía.

Para los grupos en los cuales se contó con datos suficientes para correr un modelo de regresión, no se encontraron diferencias en el rendimiento volumétrico, entre el procesamiento con modelos de regresión para cada parcela con respecto al uso de un mismo modelo para el grupo. Razón por la cual se decidió mantener los modelos individuales para cada parcela. Los modelos y el volumen resultante para cada caso pueden observarse en los anexos 6 a y 6 b.

c.3. Volumen de la masa forestal total.

Incorporados los modelos de regresión (altura vs diámetro) y procesados los datos, se obtuvo el reporte de volumen para la masa forestal total para el vuelo original, eliminado y principal. Este resultado se da en términos de volumen bruto en m^3 /ha y ofrece una información general sobre el rendimiento de masa de acuerdo al régimen de espesura aplicado. Como el objetivo general del trabajo de investigación es valorar la producción por régimen de espesura, es necesario contar con información más detallada sobre los distintos productos que se pueden obtener tanto en la masa eliminada como en el vuelo principal, por lo que se requiere obtener la información del volumen por categorías diamétricas.

c.4. Volumen por categorías diamétricas.

Procesados los datos para obtener los reportes antes mencionados, Sinfoplan generó un reporte de la masa forestal por categorías diamétricas (anexo 7). El reporte muestra para cada año de medición, las categorías existentes, el número de árboles, área basal, volumen con y sin corteza para la masa original, eliminada y principal. Con éste reporte se puede conocer la distribución diamétrica en la parcela para un año determinado y se pueden clasificar de manera general los tipos de productos que se obtendrán.

4.1.3.4. Clasificación de las parcelas en grupos similares.

Con la información general de cada parcela y los reportes del rendimiento de la masa forestal total se identificaron trece variables que sirvieron para elaborar en una hoja de cálculo la matriz por parcela y elaborar el archivo con los datos que se procesaron a través del método de análisis multivariante de Cluster, con la finalidad de formar grupos similares.

a. Clasificación cuantitativa de las variables de agrupamiento.

Las variables continuas y discretas usadas para agrupar las parcelas fueron:

Variable continua:

Volumen de la masa principal a los 21,8 años de edad en m³/ha.

Variables discretas:

Número de la parcela,

Densidad teórica inicial en árb/ha

Número de aclareos aplicados a cada parcela

Edad del primer, segundo, tercero y cuarto aclareo en años y meses

Intensidad del primer, segundo, tercero y cuarto aclareo en %.

b. Clasificación cualitativa de las variables de agrupamiento.

Con las variables antes mencionadas, se procedió a elaborar el cuadro 1 para la clasificación cualitativa de las variables que fueron utilizadas para formar grupos similares de parcelas, con excepción del número correspondiente a la variable parcela.

Cuadro 1. Clasificación cualitativa de las variables usadas para agrupar las parcelas.

Variables	Características	Clasificación Cualitativa
Densidad	2500 árb/ha	1
	1600 árb/ha	2
	1111 árb/ha	3
	625 árb/ha	4
Aclareo	Con aclareo	1
	Sin aclareo	0
Número de aclareos	0 aclareos	0
	1 aclareo	1
	2 aclareos	2
	3 aclareos	3
	4 aclareos	4
Edad de aclareo (años)	0 - 0	0
	3,0 - 6,0	1
	7,0 - 10,0	2
	13,0 - 16,7	3
	17,0 - 21,0	4
Intensidad de aclareo Int(%)=(VE/VO*100)	< 30,0	1
	30,0 - 39,99	2
	> 40,0	3
Volumen en Pie (Masa Original) (m³/ha)	200 - 250	1
	250 -300	2
	300 - 350	3
	350 - 400	4
	400 - 450	5
	> 450	6

Después de asignar los valores ordinales a las variables de agrupamiento y conociendo el número de cada parcela, se elaboró el cuadro 2, que fue utilizado como base para el agrupamiento a través del método de análisis multivariante de Cluster.

Cuadro 2. Variables de la masa forestal usadas para agrupar parcelas.

Parcelas	Densidad Inicial	Aclareo	Número de Aclareos	Edad del 1º Aclareo	Intensidad 1º Aclareo	Edad del 2º Aclareo	Intensidad 2º Aclareo	Edad del 3º Aclareo	Intensidad 3º Aclareo	Edad del 4º Aclareo	Intensidad 4º Aclareo	Volumen* en Pie
3	2	1	2	1	3	3	2	0	0	0	0	1
4	2	1	2	1	3	3	3	0	0	0	0	2
6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
8	4	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1
9	3	1	2	1	2	3	2	0	0	0	0	1
10	2	1	2	1	2	3	3	0	0	0	0	1
11	2	1	2	1	2	3	2	0	0	0	0	2
12	2	1	3	1	2	2	2	3	2	0	0	1
13	2	1	2	2	2	3	2	0	0	0	0	2
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16	4	1	1	3	2	0	0	0	0	0	0	2
17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
19	2	1	2	1	2	3	2	0	0	0	0	2
20	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21	2	1	4	1	1	1	1	3	1	4	2	2
24	2	1	2	2	3	3	3	0	0	0	0	2
26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
27	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	4
28	1	1	1	4	3	0	0	0	0	0	0	5
29	3	1	1	4	3	0	0	0	0	0	0	2
30	2	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	3
31	2	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	1
32	2	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	3

* = Volumen con corteza (m³/ha) a los 21,8 - 21,9 años de edad para los árboles en pie (vuelo principal).

Densidad inicial (arb/ha): 2500 = 1; 1600 = 2; 1111 = 3; 625 = 4

Aclareo: Con aclareo = 1 Sin aclareo = 0

Número de aclareos: 0 = ningún aclareo 1 = un aclareo; 2 = dos aclareos; 3 = tres aclareos 4 = cuatro aclareos

Edad del 1º Aclareo (años-mese)*: 0 - 0 = 0; 3,7 - 5,8 = 1; 7,6 - 9,8 = 2; 13,7 - 16,7 = 3; 17,7 - 20,8 = 4

** = Se utilizaron los mismos rangos para el segundo, tercero y cuarto aclareo.

Intensidad: 1 = Suave (<30 %); 2 = Moderadamente fuerte(30 - 39,99 %); 3 = Fuerte (>40 %)

Volumen (m³/ha): 200-250=1; 250-300=2; 300-350=3; 350-400=4; 400-450=5; >=450=6

c. Método de análisis multivariante de Cluster.

El método de análisis multivariante de Cluster tiene como propósito la definición de grupos basados en sus similitudes (McCune, 1987). Existen seis métodos para realizar dicho análisis que son: el vecino más cercano, el vecino más lejano, mediana, el promedio, el centroide, es necesario definir cual de los ellos usar. Luego de varias pruebas, no se detectaron diferencias (para los datos en estudio) entre los seis métodos, razón por la cual se decidió trabajar con el método Centroide, ya que presentaba bastante coincidencia con una agrupación basada en el espaciamiento inicial y el número de aclareos, previamente desarrollada (anexo 8). La estrategia del método Centroid, consiste en que los individuos de un grupo se reemplazan por una muestra promedio, o centroide, y cada individuo que se agrega, se compara con ésta muestra hipotética (Matteucci y Colma, 1982) hasta definir los grupos.

Posteriormente, se procesaron los datos y se obtuvo un reporte que mostró el número de observación (en éste caso el número de la parcela permanente), el grupo que le corresponde a cada parcela y la frecuencia de parcelas por grupo. Se realizaron varias corridas y se seleccionó la corrida con nueve grupos como se muestra en el cuadro 3 a. Esta agrupación se ajustaba a características que diferencian los regímenes de espesura (especialmente espaciamiento inicial y cantidad de aclareos) y condiciones para análisis financiero de los grupos. Con los resultados que se observan en el cuadro 3 a, se realizó una nueva corrida, solo con el grupo inicialmente definido por Cluster como 2 con la finalidad de detectar la posibilidad de formar nuevos grupos o mantener los ya existentes. Los resultados se pueden observar en el cuadro 3 b.

Cuadro 3 a . Agrupación de parcelas a través del Método de Análisis Multivariante Cluster

Método	Grupos Cluster ^a	Parcelas	Observación
Centroid	1	8, 16	4,0 m x 4,0 m con un aclareo
	2	3, 4, 9, 10, 11, 13, 19, 24	2,5 mx 2,5 m uno y dos aclareos; 3,0 m x 3,0 m con dos aclareos
	3	12	2,5 m x 2,5 m con tres aclareos
	4	6, 14, 15, 17	Testigos, 2m x 2m
	5	20, 26	Testigos, 2,5m x 2,5m
	6	21	2,5 m x 2,5m con 4 aclareos
	7	28	2 m x 2m con un aclareo
	8	29	3 m x 3 m con un aclareo
	9	27, 30, 31, 32	2,5mx2,5m con un aclareo

^a = Número de grupos seleccionados

En este sentido la mejor agrupación se dio con la formación de tres grupos constituidos de la forma siguiente: primer grupo, parcelas 3, 4, 10 y 11; segundo grupo, parcela 9; tercer grupo, parcelas 13, 19 y 24.

Cuadro 3 b. Agrupación de parcelas mediante el Método de Análisis Multivariante de Cluster

Método	Grupos de Cluster ^a	Parcelas del grupo 2	Observaciones
Centroid	1	3*, 4*, 10*, 11*	* Igual edad 1º aclareo; 2,5x2,5m con dos aclareos.
	2	9	3,0 m x 3,0 m con un aclareo
	3	19*, 13**, 24**	** Igual edad 1º aclareo; 2,5mx2,5m con dos aclareos

^a = Número de grupos seleccionados

Con los resultados anteriores, al grupo 2 (grupo inicial) se le hicieron los cambios siguientes: la parcela 19 quedó formando el mismo grupo con las parcelas 3, 4, 10 11 por

tener en común el rango de edad (3 - 6 años) a la cual se les realizó el primer aclareo (las otras características serán explicadas en la descripción de los regímenes de espesura). Con la parcela 9 se formó un nuevo grupo, basado principalmente en el espaciamiento inicial (3,0 m x 3,0 m) de la parcela, que es diferente al espaciamiento inicial de los dos restantes grupos. Las parcelas 13 y 24 formaron un nuevo grupo basado en el rango de edad a la cual se les práctico el primer aclareo (7 - 10 años).

4.1.3.5 Caracterización de los regímenes de espesura por grupo de parcelas.

Para diferenciar los regímenes de espesura fue necesario asignarles un nombre basado principalmente en las características de las variables espaciamiento inicial, frecuencia, edad e intensidad del primer aclareo como se aprecia en el cuadro 4. De acuerdo a la caracterización de las variables presentadas en este cuadro y a la ubicación de las parcelas en cada una de ellas, se definieron ocho regímenes de espesura y once grupos que se pueden observar en el cuadro 5.

- **Testigo:** En éste régimen se agrupan las parcelas con espaciamiento inicial de 2,0 m x 2,0 m y 2,5 m x 2,5 m, a las cuales no se les practicó aclareos. Esta constituido por el Grupo I, parcelas 6, 14, 15 y 17 y el Grupo II, parcelas 20 y 26.

- **Reducido, no frecuente, tardío, fuerte:** El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 2,0 m x 2,0 m, con un sólo aclareo realizado después de los trece años de implantación, con intensidad en el primer aclareo mayor a 40 %. El régimen esta formado por el Grupo III, parcela 28.

- **Reducido, no frecuente, moderadamente temprano, intermedia a fuerte:** El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 2,5 m x 2,5 m, con un aclareo realizado entre los 7 y 10 años de edad, cuya intensidad sea superior a 30 %. El régimen esta constituido por el Grupo IV, parcelas 27, 30, 31 y 32.

Cuadro 4. Características de las variables usadas para definir los regímenes de espesura

VARIABLES	CONDICIÓN	CARACTERIZACIÓN	PARCELAS
Espaciamiento inicial	2,0m x 2,0 m	Reducido	6,14,15,17,29
	2,5m x 2,5m	Reducido	3,4,10,11,12,13,19,20,21,24,26
	3,0m x 3,0m	Moderadamente amplio	9, 29
	4,0m x 4,0m	Amplio	8, 16
Frecuencia de aclareos	1	No frecuente	8,16,27,28,29,30,31,32
	2	Frecuente	3,4,9,10,11,13,19,24
	3	Muy frecuente	12
	4	Muy frecuente	21
Edad del Primer Aclareo	3 - 6 años	Temprano	3,4,9,10,11,12,19,21
	7 - 10 años	Moderadamente temprano	13,24,27,30,31,32
	10 - 16,11 años	Tardío	8, 16
	17 -21 años	Tardío	28, 29
Intensidad del Primer Aclareo	< 30 %	Suave	21
	30 - 39,99 %	Intermedia	8,9,10,12,13,16,19,27
	>=40 %	Fuerte	3,4,11,24,28,29,30,32

- Reducido, frecuente, temprano a moderadamente temprano, intermedia a fuerte:

El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 2,5 m x 2,5 m, con dos aclareos y el primero realizado antes de los diez años de edad, con intensidad intermedia a fuerte. El régimen esta formado por el Grupo V, parcelas 3, 4, 10, 11 y 19 y el Grupo VI, parcelas 13 y 24.

- Reducido, muy frecuente, temprano, intermedia a suave:

El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 2,5 m x 2,5 m, con tres y cuatro aclareos, y que el

primero realizado antes de los seis años de edad, con intensidad menor a 39,99 %. Lo constituyen el Grupo VII, parcela 12 y el Grupo VIII, parcela 21.

Cuadro 5. Características de los regímenes de espesura.

Regímenes de espesura	Grupos	Parcelas	Arb/ha	Aclareos
Testigos	I	6, 14, 15, 17	2500	0
	II	20, 26	1600	0
Reducido, no frecuente, tardío, fuerte	III	28	2500	1
Reducido, no frecuente, moderadamente temprano, intermedia a fuerte	IV	27,30,31,32	1600	1
Reducido, frecuente, temprano a moderadamente temprano, intermedia a fuerte	V	3,4,10,11,19	1600	2
	VI	13, 24	1600	2
Reducido, muy frecuente, temprano, intermedia a suave	VII	12	1600	3
	VIII	21	1600	4
Moderadamente amplio, frecuente temprano, intermedia	IX	9	1111	2
Moderadamente amplio, no frecuente, tardío, fuerte	X	29	1111	1
Amplio, no frecuente tardío, intermedia	XI	8, 16	625	1

Información complementaria sobre las parcelas que integran los grupos se puede obtener en los anexos 1 y 2.

- **Moderadamente amplio, frecuente, temprano, intermedia:** El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 3,0 m x 3,0 m, con dos aclareos, el primero realizado antes de los seis años de edad, con intensidad entre 30,0 y 39,99 %. El régimen esta constituido por el Grupo IX, parcela 9.

- **Moderadamente amplio, no frecuente, tardío, fuerte:** El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 3,0 m x 3,0 m, con un aclareo realizado después de los 17 años de edad, con intensidad mayor a 40 %. El régimen esta constituido por el Grupo X, parcela 29.

- **Amplio, no frecuente, tardío, intermedio:** El régimen agrupa las parcelas con espaciamiento inicial de 4,0 m x 4,0 m, con un aclareo realizado después de los trece años de edad, con intensidad entre 30,0 y 39,99 %. El régimen esta constituido por el Grupo XI, parcelas 8 y 16.

4.1.3.6. Comparación de la actual clasificación de las parcelas, con otras clasificaciones.

Con las veinticuatro parcelas permanentes estudiadas se definieron ocho regímenes de espesura y once grupos, los cuales están influenciados principalmente por las condiciones de las prácticas silviculturales aplicadas como fueron los espaciamientos iniciales, número, intensidad y edad a la que se realizó el primer aclareo y por condiciones económicas que restringen el agrupamiento entre parcelas que hayan sufrido aclareos en años distantes.

El grupo V esta formado por la mayor cantidad de parcelas con cinco, seguido por los grupos I y IV con cuatro parcelas cada uno, los grupos II, VI y XI con dos parcelas cada uno y los grupos III, VII, VIII, IX y X con una parcela cada uno, lo que indica que cinco de los once grupos están formados por una sola parcela y se debe tener un poco de cuidado al interpretar los resultados.

Existen otras clasificaciones para éstas parcelas Torres (1982), Díaz (1989) y Quintero (1995) en las cuales se han utilizado diferentes criterios de agrupación, por tanto han tenido diferentes grupos y regímenes, aunque en ninguna de las clasificaciones anteriores se requería tomar en cuenta condiciones de tipo económico.

La clasificación de Torres (1982) se basó principalmente en la clasificación de 22 parcelas (utilizó las parcelas 7, 18 y 25 que no se usan en el actual trabajo) en las categorías de calidad de sitio y las categorías de densidad (árboles/ha). Obtuvo dos grupos, en los cuales las parcelas se ubicaron en función a la densidad (densa, media y rala).

Díaz (1989) utilizó 27 parcelas (al igual que la clasificación anterior se usaron las parcelas 7, 18 y 25 que no fueron consideradas en el actual trabajo) para formar cuatro clasificaciones basadas en: densidad actual de la masa forestal; espaciamiento inicial, número e intensidad de los aclareos; espaciamiento inicial, número, frecuencia e intensidad de aclareos, densidad actual; edad de la plantación, espaciamiento inicial, número, edad e intensidad del aclareo y densidad actual.

La clasificación por grupos de parcelas propuesta por Quintero (1995) está basada en 25 parcelas en las que analizaron las variables: espaciamiento inicial, cantidad de aclareos, edad de la plantación para el primer aclareo, densidad del vuelo principal para tres aclareos y la intensidad de cada aclareo. Existen algunas diferencias con la actual clasificación, a pesar que las variables usadas como base para la misma son similares, pero se debe tomar en consideración los objetivos de cada trabajo y para el actual se contemplan aspectos económicos lo que influye en el criterio de formación de grupos.

Quintero (1995) contempla las parcelas testigos bajo el mismo grupo, no considera el cuarto aclareo de la parcela 21, utiliza las parcelas 7, 18 y 25 y en un mismo régimen de espesura se pueden encontrar grupos que están constituidos por parcelas con espaciamiento inicial diferentes. Sin embargo, para el actual trabajo se estimó que el

espaciamiento inicial es un criterio de diferenciación entre los grupos y los regímenes, por lo cual las parcelas testigos fueron separadas en dos grupos. Se consideró el cuarto aclareo de la parcela 21 porque éste genera ingresos por adelantando, además de los intereses que produce. No se usaron las parcelas 7, 18 y 25 por encontrarse algunas dificultades con los datos en las planillas de campo.

4.2. Rendimientos económicos

4. 2.1 Generalidades.

La metodología seguida consistió en el planteamiento de escenarios, que permitieron analizar situaciones que se presentan en el establecimiento y manejo de plantaciones, con la finalidad de estudiar sus características. Se definieron cuatro escenarios: los dos primeros corresponden a plantaciones establecidas en las cuales se realizan los aclareos bajo las modalidades de contrato y gestión propia las que serán explicadas en la descripción de estos escenarios. Los resultados (beneficios) están referidos para una hectárea de superficie. Los otros dos escenarios consisten en en las condiciones de una plantación por establecerse bajo la modalidad de cualquiera de los once regímenes de espesura que son estudiados n el trabajo. Igual que en los dos primeros escenarios, las condiciones impuestas para los escenarios tres y cuatro estriban en la venta en pie tanto del aclareo como la del vuelo principal. Se asumió una superficie de 300 ha como ejemplo de plantación privada a escala moderadamente mediana.

Los beneficios netos que recibe el propietario por la venta de la madera en pie para el aclareo en los dos primeros escenarios fueron capitalizados al año 21 (año tomado como punto de corte para el análisis), luego se sumó el valor del vuelo principal. Para el tercero y cuarto escenario los ingresos y costos fueron actualizados al año cero (0). Luego se obtuvieron los indicadores financieros: relación beneficio/costo, valor actual neto y tasa interna de retorno, que permitirán analizar cada grupo, para seleccionar aquel que

produzca la mayor rentabilidad. En los cuatro escenarios se utiliza una tasa de 18,31 % porque es la tasa de mercado para el sector agrícola.

4.2.2. Descripción de escenarios para las plantaciones establecidas en las que la madera para aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal se vende en pie.

4.2.2.1. Escenario 1.

Se trata de una plantación ya establecida en la cual el propietario decide que los aclareos sean realizados por un contratista, quien tendrá la obligación de pagarle un precio previamente establecido. También se determina el ingreso que se puede obtener por la venta del vuelo principal. El precio fue calculado con base a los porcentajes de productos que se puedan obtener en la plantación razón por la cual existe una diferenciación en los precios. El contratista debe cubrir todos los costos que se generen en los aclareos y para el propietario el único costo está basado en el pago del sueldo a un supervisor que dedica el 50 % del tiempo a ésta actividad.

4.2.2.2. Escenario 2.

El propietario de la plantación decide realizar los aclareos y aprovechar el vuelo principal por gestión propia; por lo tanto, asumió todos los costos que se presentaron en la ejecución de éstas actividades, excepto el pago de la madera en pie, por ser el propietario de la plantación. De la misma manera que en el escenario anterior, los ingresos del propietario fueron calculados ofreciendo los productos del aclareo en el patio de la plantación a los precios de mercado. Para calcular los beneficios netos totales (ingresos menos costos) se estimó una ganancia de 50 % por la ejecución de los aclareos, por lo que el restante 50 % corresponde al valor de la madera en pie. Luego este valor fue capitalizado al año 21, al que se le adicionó el valor de la madera del vuelo principal, obtenido de la misma forma antes explicada.

4.2.3. Descripción de los escenarios en los que el propietario de la plantación realiza por gestión propia todas las actividades de establecimiento y manejo.

4.2. Escenario 3.

El escenario consiste en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales en las que el propietario de las misma vende en pie la madera para el aclareo y el aprovechamiento del vuelo principal. Las condiciones de costos e ingresos se mantienen iguales que en el escenario uno.

4.2.2.5. Escenario 4.

El propietario de la plantación realiza las actividades de establecimiento y manejo de la plantación. Asume todos los costos de operación, excepto el pago por la madera en pie que se tala en el aclareo y en aprovechamiento del vuelo principal. Los ingresos se generan por la venta de la madera en el patio de la plantación y los precios son los mismo que los utilizados en el escenarios 2 . Se estimó que el vuelo principal alcanzará como mínimo el mismo valor que el fijado para los productos de los aclareos.

4.2.4. Variables a estudiar.

Las principales variables a considerar para el análisis financiero fueron:

Volumen total de la plantación (m^3/ha).

Volumen del vuelo principal (m^3/ha).

Volumen de los aclareos o vuelo eliminado (m^3/ha).

Costos de establecimiento (Bs/ha).

Costos de aclareo (Bs/ha o Bs/m^3).

Ingresos por aclareo (Bs/ha o Bs/m^3).

Valor de la madera en pie (Bs/ha o Bs/m^3).

4.2.5. Estimación de costos de establecimiento y manejo.

4.2.5.1. Costos de establecimiento.

Para estimar los costos de establecimiento de la plantación se listaron y definieron las principales actividades que se desarrollan durante esta fase, además se consideraron los costos previos como son la elaboración del documento del proyecto y la selección de áreas. Luego se consideró el rendimiento que puede ser alcanzado por los obreros y la maquinaria para ejecutar cada una de las actividades.

Con los rendimientos se procedió a calcular los requerimientos de personal para trabajos de campo. Posteriormente, se analizan las necesidades de equipo, herramientas, combustibles y lubricantes. Es importante señalar que la etapa de establecimiento de la plantación fue definida a partir de la preparación del terreno, implantación hasta dos años después, para incluir las limpiezas y reposición de plantas. Se estimó que una plantación de 300 ha (asumida para este trabajo) puede ser atendida por un ingeniero forestal con dedicación del 25 % de su tiempo y un capataz a tiempo completo durante los 21 años que son analizados.

Para la definición de los costos que están involucrados en la fase de establecimiento fue necesario revisar documentación al respecto (Flinta, 1960; Ramos, 1965; Corpoandes-Ula; 1972, 1973, 1974, 1975; Laurie, 1975; Reich y Current, 1991; Reich, 1991). Información adicional sobre la determinación de costos de establecimiento se pueden obtener en el anexo 9.

4.2.5.2. Estimación de costos de manejo (aclareos).

Los costos de manejo corresponden principalmente a los costos de aclareos más el monitoreo. Para la determinación de los costos de aclareo, se visitó la plantación de teca ubicada en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo donde se están

realizando aclareos, con la finalidad de conocer los detalles de las actividades involucradas en ésta fase del manejo.

Las actividades que se tomaron en cuenta son: el inventario previo al aclareo, marcación de los árboles a eliminar, tala, arrastre, troceo, clasificación y cubicación de los productos. Se consideró un rendimiento diario de 200 árboles para las últimas cinco actividades antes descritas. Con base en los volúmenes obtenidos en los aclareos de Caparo, se estimó que cinco árboles producen un metro cúbico de madera rolliza.

Se asumió que los rendimientos y costos obtenidos para la plantación de teca de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, no deben presentar variaciones considerables con respecto a las plantaciones de teca en Caparo, razón por la cual se decidió considerarlos para el análisis económico del presente trabajo.

Los datos de las actividades, rendimientos y costos fueron incorporados en una hoja electrónica de cálculos (anexo 10) en la cual se obtuvieron los costos para cada uno de los aclareos.

Para la determinación de los costos de aclareos, se considera el porcentaje de productos a extraer por categorías diamétricas que se puede observar en el cuadro 6, los impuestos que se pagan a al Estado, el valor que se paga al propietario de la plantación (para los escenarios dos y tres) por la madera en pie (anexos 11 a, b, c), y demás costos de operaciones de acuerdo a cada escenario. Con los costos de aclareo y el volumen total se obtuvo el costo total de aclareo para los grupos.

Cuadro 6. Porcentaje por tipo de productos a obtener en las categorías diamétricas

Categorías Diamétricas (cm)	Porcentajes						
	Aserrio	Carpintería	Vigas	Varas	Estantillos	Parales	Desperdicios
10 - 15	0	8	15	13	34	15	15
15 - 20	0	15	25	30	10	5	15
20 - 25	20	20	15	15	10	5	15
25 - 30	40	20	10	10	5	5	10
30 - 35	40	20	10	10	5	5	10
35 - 40	45	15	10	10	5	5	10
40 - 45	50	10	10	10	5	5	10
45 - 50	50	10	10	10	5	5	10

Los porcentajes para las categorías hasta 20 cm, se estimaron con base a datos de Moret (sin publicar).

Para las categorías mayores a 25 cm se estimaron con base a un árbol tipo

4.2.6. Estimación de ingresos de aclareos y valor del vuelo principal.

Para la estimación de los ingresos, principalmente, procedentes de los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal, se creó un archivo en hoja de cálculo, tomando en cuenta el grupo, las categorías diamétricas, el volumen total por grupo, los porcentajes de volumen asignados a los diferentes productos por categorías diamétricas y el precio de venta por producto. Los precios de venta fueron obtenidos para el mercado de Barinas, puestos en el patio de la plantación (cuadro 7).

Cuadro 7 . Precio de venta de los productos del aclareo en el patio de la plantación.

Productos	Dimensiones *		Volumen **		Precios ***	
	Diámetro (cm)	Longitud (m)	m ³ /piezas	Piezas/m ³	Bs/unidad	Bs/m ³
Aserrio	20	3	0,0942	11	4091,00	45000,00
Carpintería	15	2	0,0353	28	535,71	15000,00
Vigas	15	4	0,0708	14	2219,50	31073,00
Varas	10	4	0,0314	32	1342,12	42948,00
Estantillos	12	3	0,0339	29	223,76	6489,00
Parales	8	3	0,0151	66	200,68	13245,00

* = diámetro y longitud mínima

** = Se usó la fórmula Smalian asumiendo el diámetro mínimo para ambos extremos

*** = Precio en patio de la plantación (Enero, 1997).

Se asumió, que los productos que se puedan obtener en el vuelo principal alcanzarán como mínimo, el mismo precio de los productos del aclareo. Esto se debe a que en la actualidad no existen plantaciones donde se este aprovechando el vuelo principal. En los anexos 12 a y 12 b se puede observar un ejemplo de la estimación de los ingresos a través de la hoja de cálculos.

Otro de los resultados obtenidos con los ingresos y los costos de aclareos, es el residuo de conversión que consiste en el valor de la madera en pie y la ganancia estimada de quien realiza los aclareos. A los ingresos brutos se les restan todos los costos de los aclareos, con excepción del costo de la madera en pie que se va a eliminar en el aclareo. Luego, el beneficio neto se capitalizó y se estimó la ganancia esperada por el contratista en 30 % y el 70 % se atribuyó al valor de la madera en pie.

4.2.7. Capitalización de costos e ingresos.

Con los datos de costos e ingresos brutos obtenidos de acuerdo a los procedimientos antes explicados, la tasa de interés (18,31 %), el año 21 al cual se capitalizan los costos e ingresos (se asume precios y costos constantes y no se considera la inflación), la edad del aclareo, el número de años transcurrido entre el aclareo y el año de capitalización, se procedió a elaborar una tabla (anexos 13a y b, 14 a y b) para los escenarios uno y dos considerando los grupos y el aclareo correspondiente (para el caso de Caparo, cuatro aclareos).

El resultado obtenido corresponde al beneficio capitalizado para cada uno de los grupos y escenarios (los que se presentan en el capítulo de resultados). A los beneficios totales de los aclareos se les adiciona el ingresos que se puede obtener por el aprovechamiento del vuelo principal (anexo 15) con la finalidad de obtener el beneficio total de la plantación. El mayor beneficio total neto capitalizado para cada grupo dentro de un escenario constituye el criterio de selección y se hace de mayor a menor tomando en cuenta el beneficio alcanzado.

4.2.8. Actualización de costos e ingresos de la plantación.

Con los costos e ingresos obtenidos durante el turno seleccionado (21 años), se elaboró en la hoja de cálculo un cuadro (anexo 16) para realizar la actualización de los mismos. Para tal fin, se definió el año cero (0) como año de referencia al cual se realizaron las actualizaciones y la tasa de interés de 18,31%. Se realizaron las actualizaciones con los datos de los escenarios tres y cuatro para cada uno de los once grupos resultantes de los ocho regímenes de espesura.

El procedimiento de actualización, de manera simple, consiste en llevar al año de referencia cada uno de los costos o ingresos obtenidos en la plantación y sumarlos, para

de esa forma contar con la cantidad de costos o ingresos actualizados. Los resultados obtenidos son necesarios para calcular los valores de los indicadores financieros relación beneficio - costo, valor actual neto y tasa interna de retorno, que permiten analizar la rentabilidad de la plantación. Los indicadores antes señalados se definen a continuación:

Relación beneficio-costo (B/C): Representa la relación existente entre los costos y beneficios actualizados. El parámetro de comparación para la relación B/C es 1, que indica igualdad de costos e ingresos actualizados (no se pierde ni se gana). Se expresará como un cociente.

Valor actual neto (VAN): Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de ingresos y los costos e inversiones. La diferencia de los ingresos y costos actualizados debe ser positiva (mayor que 1) para que se considere rentable. Es importante señalar que la rentabilidad crecerá en función del aumento de la diferencia positiva entre costos e ingresos actualizados. Se expresará en Bs/ha.

Tasa interna de retorno (TIR): Es la tasa de descuento que hace que el valor actual de los flujos de beneficios positivos sea igual al valor actual de los flujos de inversión negativos. En otras palabras, la TIR es la tasa que descuenta todos los flujos asociados con un proyecto a un valor exactamente cero. La TIR resultante debe ser superior a la tasa de interés (%) utilizada en la valoración del proyecto, para que la inversión se considere rentable. Se expresará en porcentaje.

4.2.9. Análisis de sensibilidad.

Con los resultados obtenidos para el escenarios en que el propietario realiza por gestión propia el establecimiento y manejo de una plantación se realizó el análisis de sensibilidad para evaluar los resultados que se obtendrían si los costos disminuyeran 25 % por eficiencia de trabajo

4.2.10. Prueba de hipótesis.

Para probar las hipótesis se consideró el valor neto total alcanzado por la madera en pie de los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal para cada grupo capitalizado al año en el cual la plantación piloto cumplió 21 años de edad. Los ingresos y costos capitalizados de los aclareos están bajo el escenario dos, en el cual el propietario de la plantación ejecuta los aclareos y realiza el aprovechamiento del vuelo principal asumiendo todos los costos de operación.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO 5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1 Rendimiento de la plantación

5.1.2. Volumen total sin corteza.

En el cuadro 8 y el gráfico 1, se presentan los resultados para el volumen total sin corteza y se puede apreciar que el régimen con espaciamiento reducido (2500 árb/ha), aclareo no frecuente y tardío representado por el grupo III, alcanzó el mayor volumen total con 466,9 m³/ha, si se compara con los diez restantes grupos que pertenecen a diferentes regímenes de espesura. El 25,5 % (119 m³/ha) del volumen para el grupo III, es aportado por el vuelo eliminado a los 20 años de edad. Al comparar el grupo III con el grupo I (testigo para la densidad inicial de 2500 árb/ha) se tiene que el grupo III supera en 172,5 m³/ha al testigo, aunque este resultado se debe tomar con precaución ya que el grupo antes indicado esta representado por una sola parcela, mientras que el testigo lo constituyen cuatro parcelas.

El régimen de espaciamiento amplio con aclareos no frecuentes, tardíos y con intensidad intermedia representado por el grupo XI, produjo 246,5 m³/ha siendo el régimen con la menor producción volumétrica. Del volumen total alcanzado por el régimen, sólo el 18,5 % (45,6 m³/ha) fue aportado por un aclareo a los 15 años de edad.

Para los regímenes con densidad inicial de 1600 árb/ha, con aclareos no frecuentes, frecuentes y muy frecuentes, ya sean éstos tempranos o moderadamente tempranos con intensidad de intermedia a fuerte (grupos IV, V, VI, VII y VIII), el mayor volumen fue alcanzado por el grupo VI del régimen reducido, frecuente, temprano a moderadamente temprano con 342 m³/ha, de los que 35 % (118,5 m³/ha) fueron aportados por los aclareos.

Cuadro 8. Volumen total sin corteza del vuelo eliminado y principal en teca de 21 años de edad.

Grupos	Primer Aclareo	Segundo Aclareo	Tercer Aclareo	Cuarto Aclareo	Tot. V. Eliminado	Vuelo Principal	Volumen Total
	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)	(m3/ha)
I						294,4	294,4
II						278,3	278,3
III	119,0 (20 ; 42)				119	347,9	466,9
IV	45,2 (8 ; 44)				45,2	268,6	313,8
V	25,6 (5 ; 43)	59,1 (15 ; 36)			84,7	199,5	284,2
VI	60,3 (8 ; 36)	58,2 (15 ; 39)			118,5	223,9	342,4
VII	12,3 (5 ; 31)	48,3 (9 ; 35)	47,2 (13 ; 35)		107,8	172,7	280,5
VIII	4,3 (3 ; 23)	14,5 (5 ; 21)	35,5 (14 ; 28)	64,6 (20 ; 31)	118,9	203,1	322,0
IX	21,0 (5 ; 37)	44,0 (16 ; 33)			65,0	196,5	261,5
X	89,1 (17 ; 43)				89,1	194,3	283,4
XI	45,6 (15 ; 35)				45,6	200,9	246,5

El primer número en el paréntesis indica la edad (años) del aclareo y el segundo la intensidad (%) del mismo.

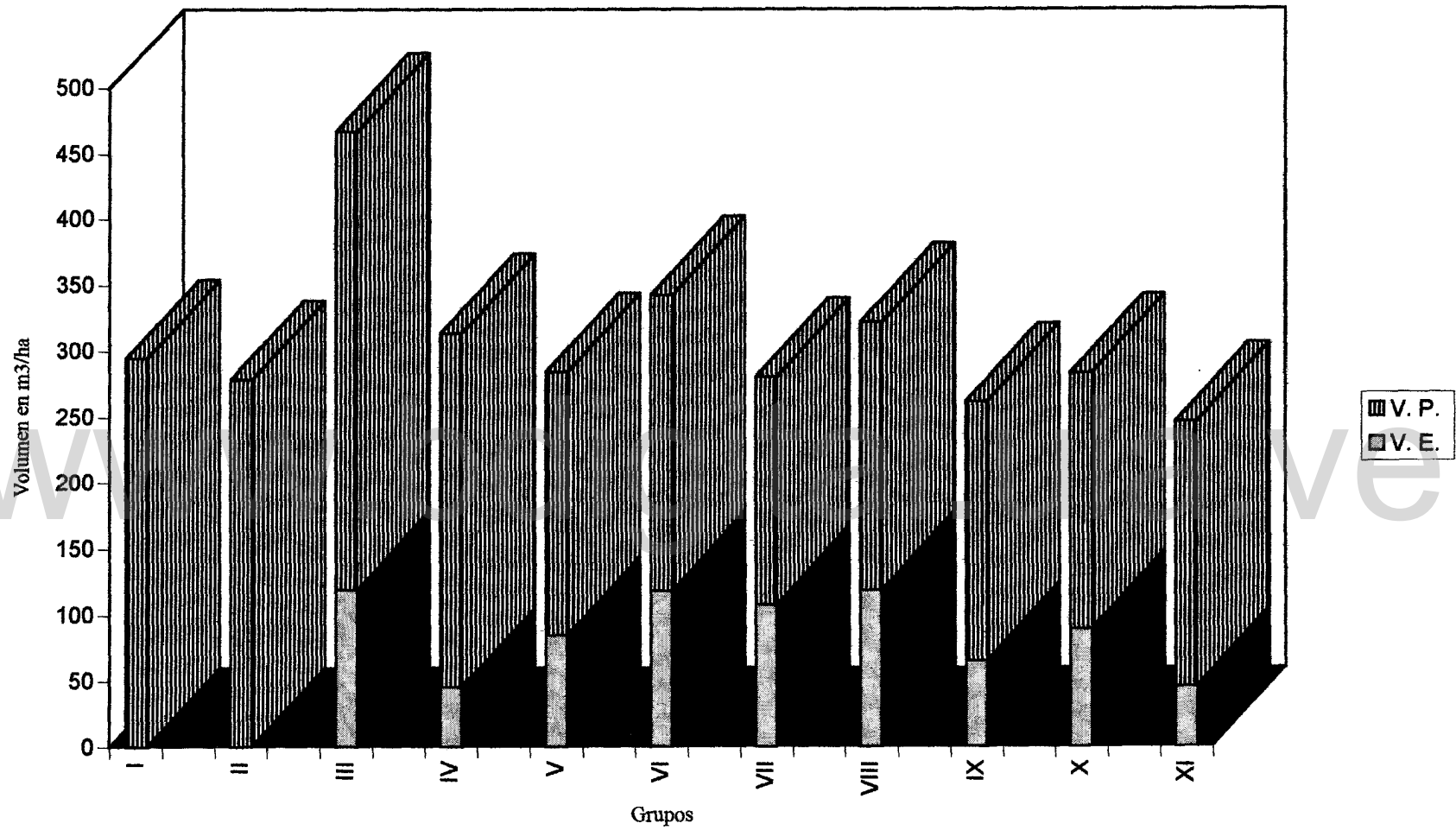


Fig. 2. Volumen eliminado y principal a los 21 años de edad para teca en Caparo

El grupo V también pertenece al mismo régimen, sin embargo, tuvo una producción de 284,2 m³/ha, que representa una diferencia de 58,2 m³/ha. El menor volumen para éste conjunto de regímenes lo obtuvo el grupo VII con 280,5 m³/ha, de los que 107,8 m³/ha (38,4%), fueron aportados por los tres aclareos ejecutados.

El régimen con espaciamiento inicial moderadamente amplio, aclareos no frecuentes, con intensidad fuerte (43%), presentó rendimiento de 283,4 m³/ha, con aporte del 31,4% del vuelo eliminado (un solo aclareo). Mientras que el otro régimen de éste conjunto (densidad 1111 árb/ha) aún teniendo dos aclareos con intensidad intermedia alcanzó 261,5 m³/ha de los que 65,0 m³/ha fueron obtenidos con los dos aclareos realizados uno a temprana edad (5 años) y el otro a edad tardía (16 años).

En conclusión, los regímenes con espaciamiento inicial reducido presentaron mayor rendimiento volumétrico total que los regímenes con espaciamiento inicial amplio a moderadamente amplio.

5.1.3. Densidad y volumen sin corteza para el vuelo principal y eliminado por especificación diamétrica.

5.1.3.1. Comparación entre regímenes.

En los cuadros 9, 10 y 11 se presentan los resultados sobre la densidad y volumen del vuelo principal a los 21 años de edad y el vuelo eliminado en los cuatro aclareos realizados. Para el vuelo principal se puede apreciar que todos los regímenes (con excepción del grupo VII) presentan individuos en la especificación ≥ 3 cm. El régimen moderadamente amplio no frecuente tardío con intensidad fuerte, se encuentra hasta la especificación diamétrica 40 cm, al igual que el régimen testigo (grupo I) y el reducido no frecuente moderadamente temprano con intensidad intermedia a fuerte. Estos dos últimos

regímenes son los únicos que alcanzaron la especificación de 45 cm, que fue la mayor especificación alcanzada por la masa a los 21 años de edad.

5.1.3.2. Comparación entre grupos.

En la especificación \geq a 10 cm, el grupo III presenta el mayor volumen con 347,9 m³/ha con 750 árb/ha, seguido por el grupo I, con volumen de 295,6 m³/ha y una densidad de 1221 árb/ha. Siguiendo en orden descendente el grupo II con 278,3 m³/ha y 1150 árb/ha. Estos dos últimos grupos presentan la mayor cantidad de árboles y se debe a que son grupos testigos para las densidades de 2500 y 1600 árb/ha respectivamente.

Es importante señalar que el grupo II a los 21 años de edad mantiene el 72 % de los individuos que fueron plantados originalmente, mientras que el grupo I, a pesar de mostrar mayor cantidad de árboles para ésta especificación, mantiene menor porcentaje que el grupo II con el 49%. En ambos casos, la cantidad de árboles faltantes se atribuyen a mortalidad natural. El grupo VII tiene el menor volumen con 172,6 m³/ha y densidad de 400 árb/ha, lo que representa el 25 % de la densidad inicial.

En cuanto a la especificación diamétrica de 15 cm, la situación se mantiene similar a la especificación anterior, aunque se aprecian cambios en los grupos testigos I y II, que lograron volúmenes de 270,5 m³/ha con 892 árb/ha y 259,3 m³/ha con 904 árb/ha.

En la especificación diamétrica de 20 cm, se mantiene el grupo III (con aclareos a los 20 años) como la mejor opción con 340,6 m³/ha y densidad de 717 árb/ha, superando en el rendimiento a todos los grupos IV, V, VI, VII, VIII y IX a los que se les practicó el primer aclareo antes de los diez años de edad. El grupo IV con densidad de 539 árb/ha, menor que la del grupo I (545 árb/ha), se presenta como la segunda alternativa con 252,9 m³/ha.

Cuadro 9. Densidad (árboles/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) promedios para teca por especificación diamétrica a los 21 años de edad.

Grupos	Especificación diamétrica (cm)															
	>=10		>=15		>=20		>=25		>=30		>=35		>=40		>=45	
	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha
I	1221	295,6	892	270,5	545	210,9	172	92,9	31	23,8	2	2,6	2	2,6	2	2,6
II	1150	278,3	904	259,3	491	186,2	117	63,5	17	15,3	4	4,6				
III	750	347,9	750	347,9	717	340,6	417	232,9	67	53,4	17	14,8				
IV	663	268,6	621	267,9	539	251,0	299	180,2	99	79,9	20	22,8	5	7,4	2	3,1
V	409	201,6	409	201,6	399	199,6	293	170,4	100	74,9	19	18,5				
VI	400	223,9	400	223,9	400	223,9	310	192,7	119	94,5	31	31,1				
VII	400	172,6	400	172,6	400	172,6	273	135,1	54	34,2						
VIII	350	203,1	350	203,1	350	203,1	258	170,2	100	84,1	17	17,4				
IX	400	196,5	400	196,5	375	191,1	238	140,9	50	41,5	25	23,2				
X	450	194,4	450	194,4	406	186,8	238	134,8	56	46,6	31	29,7	6	7,4		
XI	340	200,9	340	200,9	340	200,9	296	188,1	154	118,3	46	45,4				

Cuadro 10 . Densidad (árbo/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) para el vuelo eliminado en el primer aclareo de teca por especificación diamétrica

GRUPOS	Especificación diamétrica (cm)									
	>=10		>=15		>=20		>=25		>=30	
	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha
III	550	119,0	467	111,2	183	61,4	17	8,1		
IV	447	45,1	232	31,8	28	6,5	3	1,1		
V	472	24,7	116	9,7						
VI	382	34,7	167	21,5	15	2,9				
VII	309	12,3	54	3,3						
VIII	117	4,3								
IX	363	21,0	150	11,6						
X	344	68,1	306	64,1	81	23,1	6	3,2		
XI	183	45,5	183	45,5	115	36,1	56	22,0	8	3,5

Cuadro 11. Densidad (árboles/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) por especificación diamétrica para el vuelo eliminado en el segundo, tercero y cuarto aclareo.

Segundo aclareo

Grupos	>=10		>=15		>=20		>=25		>=30	
	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha
V	250	59,1	234	57,8	136	41,3	11	5,2		
VI	257	58,3	236	56,7	132	41,2	17	8,5	4	2,7
VII	318	48,3	254	43,1	54	13,2				
VIII	200	14,5	92	9,3						
IX	200	44,1	200	44,1	113	30,0				

Tercer aclareo

VII	218	47,3	218	47,3	91	26,5	9	3,3		
VIII	217	35,5	167	31,8	50	14,4	8	4,2		

Cuarto aclareo

VIII	158	64,7	158	64,7	158	64,7	42	24,4	8	7,0
------	-----	------	-----	------	-----	------	----	------	---	-----

Como se puede observar en el cuadro 9, el grupo IV, supera a los grupos X ($186,8 \text{ m}^3/\text{ha}$) y XI ($200,9 \text{ m}^3/\text{ha}$), a los cuales se les realizó el primer aclareo después de los quince años.

El grupo VII presenta el menor volumen, $172,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ con densidad de 400 árb/ha. El grupo mantiene los rendimientos más bajos tanto para los grupos con aclareos tempranos y moderadamente tempranos (menor a diez años) como para los grupos con aclareos tardíos (primer aclareo después de los quince años).

Al considerar la cantidad de aclareos, el grupo III con un aclareo supera a los restantes grupos en la producción de volumen. El grupo VI con aclareos a los cinco y quince años de edad, supera a los grupos X y XI que tienen un sólo aclareo después de los 15 años. El grupo VIII con un rendimiento de $203 \text{ m}^3/\text{ha}$ y aclareos a la edad de 3, 5, 14 y 20 años, presenta mayor volumen que los grupos V, con aclareos a los 5 y 15 años y IX con aclareos a los 5 y 16 años de edad.

Para la especificación de 25 cm vuela a ser la mejor opción el grupo III con $232,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ para una densidad de 417 árb/ha. Le sigue el grupo VI con $192,7 \text{ m}^3/\text{ha}$ y 310 árb/ha, al cual se le realizaron aclareos a los 8 y 15 años. Este grupo desplazó al grupo IV que se había presentado en la anterior especificación como la segunda opción. Los grupos II y I pasan a ser los grupos con menor aporte de volumen con $63,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ para una densidad de 172 árb/ha y $92,9 \text{ m}^3/\text{ha}$ con 117 árb/ha, siendo los dos únicos grupos que no superan los $100 \text{ m}^3/\text{ha}$. La razón del bajo rendimiento para los mencionados grupos puede ser la alta competencia que se presenta, ya que los mismos se mantienen como testigos para las densidades de 2500 árb/ha y 1600 árb/ha. Además se puede apreciar que el grupo XI presenta un buen rendimiento con $188,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ y 296 árb/ha.

El grupo VIII con aclareos muy frecuentes presenta $170,2 \text{ m}^3/\text{ha}$ y 258 árb/ha, superando al grupo IX que tiene dos aclareos (5 y 16 años de edad) y al grupo X con un aclareo a los diecisiete años.

Para la especificación de 30 cm, se empiezan a experimentar cambios en cuanto al grupo que se presente como la mejor opción. Corresponde en esta oportunidad al grupo XI que alcanzó el mayor rendimiento volumétrico con 118,3 m³/ha y 154 árb/ha, siendo el único grupo que supera los 100 m³/ha en la especificación. A este grupo sólo se le ha practicado un aclareo a los 15 años donde se extrajo el 35 % de los árboles . Bajo éstas circunstancias, el vuelo principal a los 21 años, parece presentar mejor desarrollo volumétrico cuando se realizan los aclareos tarde, lo que puede deberse a la menor competencia que experimentan los individuos. Situación contraria se observa con el grupo I, con 31 árb/ha y 23,8 m³/ha y el grupo II con 7,5 m³/ha y 8 árb/ha (ambos testigos), siendo los grupos con los menores rendimientos. Como ya se mencionó, la causa principal puede ser la alta competencia que experimentan los árboles.

En la especificación diamétrica de 35 cm el grupo XI supera al resto de los grupos con 46 árboles y 45,4 m³/ha, seguido de los grupos VI , con 31,1 m³/ha y 31 árb/ha y el grupo X con 29,7 m³/ha y 31 árb/ha. El menor rendimiento, nuevamente lo presenta el grupo I con 2,6 m³/ha y 2 árb/ha. A partir de ésta especificación desaparece el grupo VII. Para ésta especificación, el grupo VIII con aclareos muy frecuentes, y el último aplicado a los 20 años donde se extrajeron 31 % de los árboles, supera al grupo III (aclareo no frecuentes, también realizado a los 20 años) por una diferencia de 2,6 m³/ha, que puede considerarse insignificante.

En la especificación diamétrica de 40 cm sólo se encuentran presentes tres de los once grupos. Los grupos IV y X alcanzaron el mayor rendimiento con 7,4 m³/ha cada uno y el grupo I se mantiene con 2,6 m³/ha, a pesar de ser un grupo testigo. Como se puede notar, el grupo XI no tiene presencia en esta especificación.

En cuanto a la especificación de 45 cm los grupos I y IV alcanzaron similares rendimientos con 2,6 y 3,1 m³/ha y la misma cantidad de árboles, dos cada uno. Llama la atención que el grupo I, por ser un grupo testigo debe esperarse mayor competencia, se

mantenga con representación en las especificaciones más altas para este estudio como son 40 y 45 cm, aunque sólo dos árboles no se consideran un resultado determinante.

5.1.4. Densidad y volumen sin corteza para el vuelo principal y eliminado por categorías diamétricas.

Sin la intención de repetir el análisis de los resultados realizado con las especificaciones diamétricas, se procede al análisis de las variables densidad y volumen para la masa principal y eliminada por categorías diamétricas (cuadros 12, 13 y 14), porque se pretende conocer cuánto de la masa forestal existe en cada categoría, debido a que el procesamiento de datos para los resultados económicos fue desarrollado con información por categorías diamétricas.

El enfoque del análisis está dirigido al rango de las categorías diamétricas 20 a 34,99 cm, por estar concentrado el rendimiento más alto de la teca en por regímenes de espesura y por ser un atractivo comercial para el aprovechamiento de la madera para aserrío.

5.1.4.1 Grupos del régimen de espesura con densidad de 2500 árb/ha (2,0m x 2,0m) con y sin aclareo.

El grupo I presenta el 71 % del volumen del vuelo principal (294,4 m³/ha) entre las categorías 20 y 30 cm y el 28,8% por debajo de la categoría de 20 cm y menos del 1% por encima de 35 cm. Si bien, el porcentaje del volumen total que se concentra en las categorías centrales es alto, se podría pensar en la influencia que ha tenido la alta densidad en la calidad de los fustes. Aunque la mayor parte de los grupos no presentan una cantidad considerable de la masa forestal para categorías superiores a 35 cm, se estima que éste grupo puede haber sufrido un estancamiento en su crecimiento. Sin embargo, en el grupo III el 94 % del volumen del vuelo principal se encuentra concentrado entre 20 y 34,99 cm y sólo el 2 % por debajo de 20 cm, quedando el 4 % por encima de 35 cm.

Cuadro 12. Densidad (árboles/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) promedios para teca por categoría diamétrica a los 21 años de edad.

Grupos	Categoría diamétrica (cm)															
	10,-15		15 - 20		20 - 25		25 - 30		30 - 35		35 - 40		40 - 45		45 - 50	
	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha
I	329	25,1	347	59,5	374	118,0	140	68,0	30	21,2					2	2,6
II	246	19,1	412	73,1	375	122,6	99	48,2	13	10,7	4	4,6				
III			33	7,3	300	107,6	350	179,6	50	38,6	16	14,8				
IV	11	0,7	129	16,9	196	70,8	158	100,4	56	57,0	9	15,4	3	4,3	2	3,1
V			10	2,0	105	35,2	193	87,5	81	56,3	18	18,5				
VI					89	31,2	191	98,2	87	63,4	27	26,2	4	4,9		
VII					127	37,6	218	100,9	54	34,2						
VIII					91	32,9	158	86,1	83	66,7	17	17,4				
IX			25	5,4	137	50,2	187	99,4	25	18,3	25	23,2				
X			44	7,6	169	52,0	181	88,2	25	16,9	25	22,2	6	7,4		
XI					43	12,8	141	69,8	108	72,9	45	45,4				

Cuadro 13. Densidad (árboles/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) para el vuelo eliminado en el primer aclareo de teca por categoría diamétrica

Grupos	Categoría diamétrica (cm)									
	10, - 15		15 - 20		20 - 25		25 - 30		30 - 35	
	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha	Arb/ha	m ³ /ha
III	83	7,8	283	49,8	166	53,3	16	8,1		
IV	215	13,3	203	25,3	25	5,5	3	1,1		
V	272	12,5	150	13,1						
VI	214	13,2	152	18,6	14	2,9				
VII	254	9	54	3,3						
VIII	116	4,3								
IX	212	9,4	150	11,6						
X	37	4	225	41	75	19,9	6	3,2		
XI	68	9,5	58	14	47	18,6	8	3,5		

Cuadro 14. Densidad (árboles/ha) y volumen sin corteza (m³/ha) para teca por categoría diamétrica para el vuelo eliminado en el segundo, tercero, y cuarto aclareo.

Segundo aclareo

Grupos	Categoría diamétrica (cm)									
	10,0 - 15		15 - 20		20 - 25		25 - 30		30 - 35	
	Arb/ha	Vsc/ha	Arb/ha	Vsc/ha	Arb/ha	Vsc/ha	Arb/ha	Vsc/ha	Arb/ha	Vsc/ha
V	15	1,1	86	14,2	112	30,2	30	10,0	7	3,6
VI	21	1,6	104	15,4	114	32,8	12	5,7	4	2,7
VII	63	5,3	200	29,9	54	13,1				
VIII	108	5,2	92	9,3						
IX			87	14,0	112	30,0				

Tercer aclareo

VII			127	20,7	82	23,2	9	3,3		
VIII	50	3,7	116	17,4	42	10,2	8	4,2		

Cuarto aclareo

VIII					116	40,2	33	17,4	8	7,0
------	--	--	--	--	-----	------	----	------	---	-----

La situación en este grupo puede deberse a la influencia que ha tenido el aclareo realizado a los 20 años de edad en el cual el vuelo eliminado fue de 42 %, lo que permite suponer que la mayor parte de los árboles extraídos pertenecían a las categorías inferiores. Es importante señalar que hasta los 20 años de edad de la plantación, el grupo III estuvo como testigo para la densidad de 2500 árb/ha.

5.1.4.2 Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 1600 árb/ha (2,5 m x 2,5 m) con y sin aclareo.

Los grupos II, IV, V, VI, VII y VIII corresponden al conjunto de grupos del régimen con densidad de 1600 árboles y diferente cantidad de aclareos. Entre éstos, el grupo testigo (II) tiene aproximadamente una tercera parte de los 278,3 m³/ha del volumen del vuelo principal en la categorías inferiores a 20 cm y sólo 1,6 % en la categoría superior a 35 cm. Junto al grupo I, son los grupos que mayor cantidad de volumen en categorías inferiores mantienen a los 21 años de edad. Esto evidencia la importancia de los aclareos que buscan concentrar el mayor volumen en un número suficiente de árboles con buena calidad para evitar que la distribución diamétrica sea sesgada hacia las categorías menores, que son poco atractivas para la industria del aserrío, la cual ofrece las mejores ganancias.

De los grupos con aclareos, el VII tiene el 100% de su volumen entre 20 y 34,99 cm y lo que puede estar influenciado por los tres aclareos efectuados antes de los trece años con intensidad de 35%.

El grupo VI presenta el 86 % del volumen total para el vuelo principal entre 20 y 34,99 cm y el restante 14% del volumen (31 m³/ha) en las categorías superiores a 35 cm ubicándose como el grupo con mayor porcentaje en las categorías superiores para éste conjunto de regímenes.

El cuanto al grupo VIII, el 91 % del volumen del vuelo principal se encuentra entre 20 y 34,99 cm y el restante 9 % en la categoría inmediatamente superior. A pesar que a este grupo se le han realizado cuatro aclareos a los 3, 5, 14 y 20 años de edad, los tres primeros con intensidad no mayor a 28 % y el último con 31%, se podría estimar como bajo el volumen por encima de 35 cm, aunque se resalta el hecho que el cuarto aclareo fue realizado un año antes de la edad a la cual se esta desarrollando éste análisis y es posible que sea muy pronto para que la masa responda al aclareo. El grupo V presenta similar situación al grupo VIII con respecto a la distribución diamétrica, sin embargo, sólo se le han practicado aclareos a los 5 años con intensidad de 43% y a los 15 años con extracción de 36 % de los árboles.

El grupo IV, único representante de éste conjunto de regímenes de espesura con un sólo aclareo todavía mantiene el 6,6 % de los 268,6 m³/ha en las categorías de 10 y 15 cm. Ello puede indicar la necesidad de practicar un segundo aclareo donde se eliminen todos los árboles que no hayan pasado los 20 cm de diámetro, con el objetivo de concentrar la producción en los mejores árboles éstos individuos podrían no afectar aquéllos que han logrado posicionarse en el dosel superior.

Como se aprecia en el cuadro 12 al comparar el porcentaje del volumen del vuelo principal en las categorías de 20 a 34,99 cm, todos los grupos con aclareos superan al grupo testigo, lo que apoya la realización de los aclareos para mejorar la calidad de la masa.

5.1.4.3 Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 1111 árb/ha (3,0 m x 3,0 m) con aclareo.

Para el régimen de espesura no existe un grupo testigo lo que hubiera permitido comparar la existencia o no de efectos al realizar el aclareos, sin embargo se analizaran los grupos IX y X .

El grupo IX presenta el 3% (5,4 m³/ha) en las categorías 10 y 15 cm, el 85 % (167,9 m³/ha) está concentrado entre 20 y 34,99 cm y el 12 % (23,2 m³/ha) en la categoría inmediatamente superiores a los 34,99 cm. Se han ejecutado dos aclareos de intensidad intermedia a los 5 y 16 años de edad. A pesar de haber tenido un espaciamiento inicial relativamente amplio, donde se supone menor competencia entre los individuos, el porcentaje de volumen del vuelo principal que se encuentra por debajo de 20 cm a los 21 años de edad, es similar al presentado por el grupo IV del anterior régimen donde el espaciamiento inicial es más reducido y es de esperarse mayor competencia.

En el grupo X el 4 % (7,6 m³/ha) del volumen está por debajo de 20 cm, el 81 % (155,5 m³/ha) entre 20 y 34,99% y el 15 % (29,6 m³/ha) en las dos categorías inmediatamente superiores a 34,99 cm. Para este grupo sólo se ha ejecutado un aclareo tardío con intensidad fuerte de 43 % (45,6 m³/ha) de los 246,5 m³/ha que tenía el vuelo original. Al comparar este grupo con el grupo IX, se observa mejor resultado para las categorías superiores, a pesar de mantener también presencia en las categorías menores a 20 cm, por lo que los efectos de la frecuencia de los aclareos no parece estar bien definida para una densidad inicial de 1111 árb/ha.

5.1.4.4 Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 625 árb/ha (4 m x 4 m) con aclareo.

Al igual que el anterior régimen, para éste no existe un grupo testigo, además de solo contar con el grupo XI, pero a diferencia de otros grupos, se cuenta con dos parcelas.

El grupo XI presenta 155,5 m³/ha (77 %) de los 200,9 m³/ha en las categorías comprendidas entre 20 y 34,99 cm y el 23 % (45,4 m³/ha) por encima de 35 cm, siendo el grupo con mayor porcentaje para categorías superiores. Ello puede estar relacionado con el espaciamiento inicial de las dos parcelas que lo integran (4 m x 4 m) en el cual, como se ha explicado antes, la menor densidad inicial retrasa el inicio de la competencia.

De acuerdo a los resultados analizados en los cuadros 12, 13 y 14 se observa que los grupos con aclareos mostraron mayor presencia en las categorías superiores a 35 cm en comparación con los grupos testigos que mantienen un alto porcentaje de la masa en las categorías inferiores a 20 cm. Esto deja ver la importancia que tienen los aclareos para el buen desarrollo de la masa con miras a concentrar la producción en los mejores árboles, si el objetivo de la plantación es la producción de madera para aserrió.

5.2 Rendimientos económicos.

Los resultados económicos están basados en cuatro escenarios. En los dos primeros se realizan los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal bajo la modalidad de vender la madera en pie a un contratista o mediante la modalidad que el propietario realice todas las actividades. Para los dos últimos escenarios se analiza el establecimiento y manejo de una plantación en la cual las actividades se desarrollan con las dos modalidades antes señaladas.

5.2.1. Escenario 1. El propietario vendió la madera en pie de los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal a un contratista que pagó un precio previamente establecido.

En el cuadro 15 y la figura 3 se aprecia que el grupo VII presenta el mayor valor capitalizado al año 21 con 1699,3 miles de Bs/ha para los tres aclareos realizados y la venta del vuelo principal. El 74,4 % de los beneficios totales fue aportado por los tres aclareos realizados que tuvieron intensidad intermedia (30,0 y 39,99 %) y frecuencia de cuatro años. Esto se logró con la extracción de 107,8 m³/ha, aún no siendo el mayor volumen extraído, si se compara con los grupos III, VI y VIII a los cuales se les extrajeron 119,0; 118,5 y 118,9 m³/ha respectivamente. Los resultados deben tomarse con precaución debido que el grupo VII esta constituido por una parcela.

Cuadro 15. Ingresos que recibe el propietario por la venta en pie de la madera para los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal.

Grupos	Número de Aclareo	Valor Total Aclareo Miles Bs/ha	Valor Vuelo Principal Miles Bs/ha	Valor Total Miles Bs/ha	Opciones del Propietario
VII	3	1264,4	434,8	1699,2	1
V	2	907,5	505,2	1412,7	2
VI	2	816,4	572,7	1389,1	3
VIII	4	834,4	517,0	1351,4	4
IV	1	675,6	659,4	1335,0	5
III	1	271,8	857,2	1129,0	6
IX	2	627,3	488,5	1115,8	7
XI	1	192,7	521,1	713,8	8
X	1	223,6	480,8	704,4	9
I	0	0	643,9	643,9	10
II	0	0	598,4	598,4	11

La segunda mejor alternativa fue el grupo V con 1412,7 miles de Bs/ha de los cuales 907,5 miles de Bs/ha fueron aportados por dos aclareos. En el primer de ellos, ejecutado a los cinco años de edad, se extrajeron 43 % de 84,7 m³/ha, (el 50 % pertenecía a la categoría diamétrica de 15 a 19,99 cm en la cual el mercado presenta buenos precios para los productos extraídos) y el restante a la categoría inferior. El ingreso recibido puede capitalizarse por 16 años, lo que permite generar una suma considerable de intereses que van a aumentar el ingreso total del grupo al final de los 21 años de edad. Se segundo aclareo a los 15 años con intensidad intermedia (36 %), con 43,8 m³/ha de los 59,1 m³/ha extraídos están entre los 20 y 34,99 cm, encontrándose madera para aserrijo, que es el producto con mayor valor para el propietario (3600,00 Bs/m³).

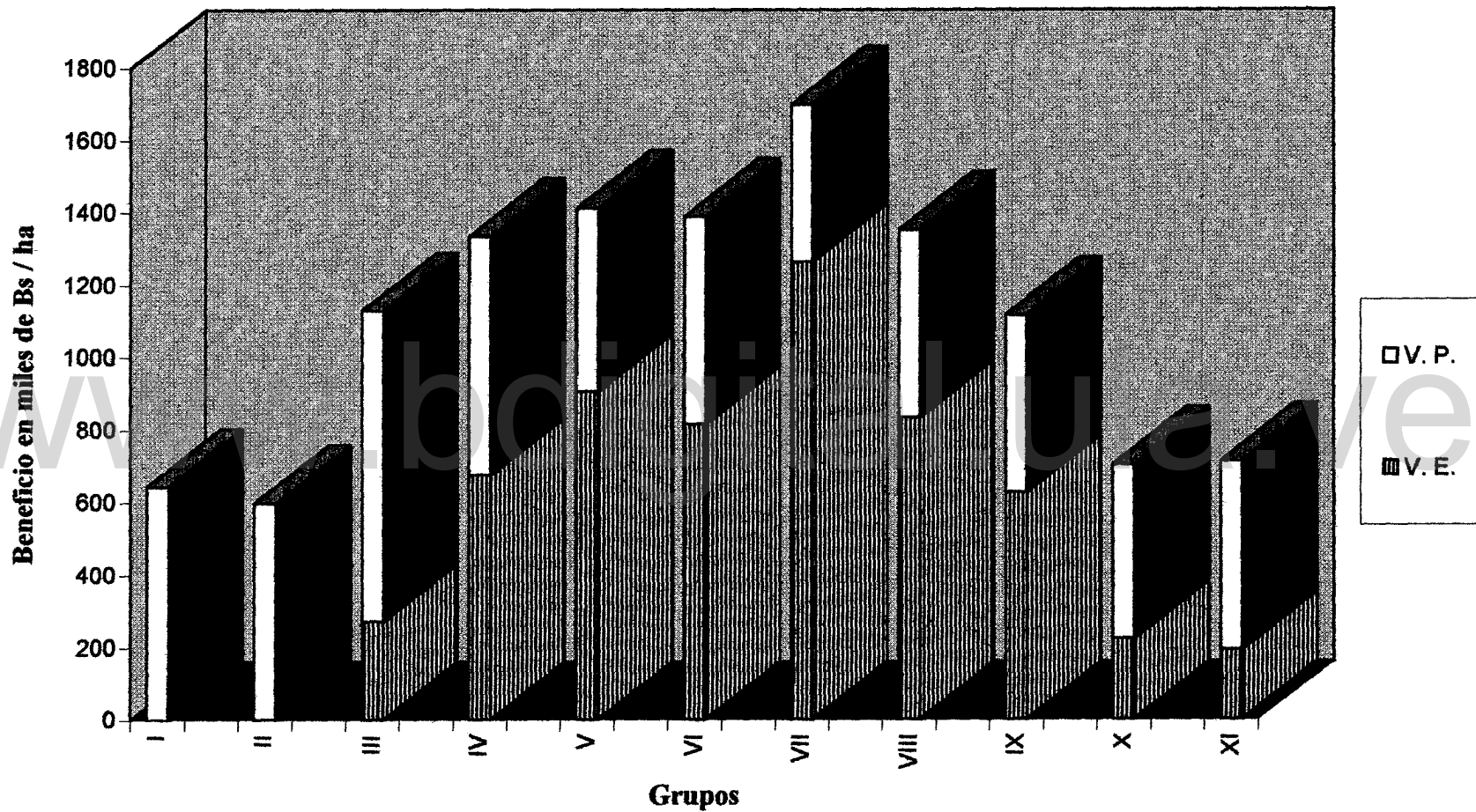


Fig. 3. Beneficios del propietario de la plantación por la venta en pie de los aclareos y el vuelo principal

Las diferencias entre los beneficios generados por los aclareos de los grupos VII y V (28 %) está en el rendimiento volumétrico y la cantidad de aclareos en cada uno de ellos, resaltando la frecuencia de éstos en el grupo VII.

Los grupos XI y X presentan los menores beneficios netos si se considera únicamente los beneficios de los aclareos. El grupo XI muestra el menor beneficio neto comparado con los once grupos con 192,7 miles de Bs/ha y el grupo X le sigue en orden ascendente con 223,6 miles de Bs/ha. Ambos grupos sólo tienen un aclareo tardío y de intensidad intermedia a fuerte. Para el grupo XI aproximadamente el 50 % del volumen total extraído (45,6 m³/ha) está por debajo de 20 cm y el restante entre 20 y 29,99 cm y los ingresos adquiridos generan intereses durante 6 años, lo que influye en la acumulación de mayores ingresos para que el grupo se ubique en mejor posición como alternativa de selección.

A pesar que el grupo X presenta una distribución diamétrica sesgada hacia las categorías inferiores a 20 cm con 44 m³/ha y solo 23,1 m³/ha por encima de 20 cm, logra mejores beneficios que el grupo XI. Esto se puede deber a que de los 44 m³/ha, el 91 % se encuentra en la categoría de 15 a 19,99 cm donde los productos están mejor valorados.

El grupo III es la sexta alternativa con respecto a los beneficios totales, de los que el aporte de los aclareos es de 271,8 miles de Bs/ha producto de un sólo aclareo realizado a los 20 años de edad con fuerte intensidad (42 %) para producir 119 m³/ha, de los cuales 103,1 m³/ha se encuentran entre 15 y 24,99 cm. Llama la atención los beneficios aportados por este grupo si se analiza la distribución diamétrica a que pertenecían los árboles extraídos, ya que los mismos podrían haber producido madera para aserrío y otros productos como varas y vigas que están bien cotizados. Se hace referencia a que los beneficios del aclareo sólo generaron intereses por un año.

El menores aportes se presenta con los grupos II y I que lograron 598,4 Bs/ha y 643,9 Bs/ha generados por el aprovechamiento del vuelo principal porque a los grupos en mención no se les han realizado aclareos. Ello deja ver la importancia que tiene la ejecución de los aclareos al momento de evaluar los beneficios totales generados por la plantación.

5.2.2. Escenario 2. Beneficios del propietario que realiza el aclareo y el aprovechamiento del vuelo principal por gestión propia.

De acuerdo a los resultados del cuadro 16 y la figura 4 el grupo VII alcanzó los mayores beneficios netos para el propietario con 6539,1 miles de Bs/ha (70 % del total) por los aclareos y 2054,7 miles de Bs/ha (30%) para el vuelo principal para totalizar 8593,8 miles de Bs/ha. Como se puede notar la contribución de los aclareos al beneficio total es mayor que la del vuelo principal, y se debe al aporte generado por los intereses de los ingresos recibidos con los tres aclareos realizados. Esto demuestra la importancia económica que tienen los aclareos antes de los diez años en el manejo de plantaciones.

Es importante señalar que bajo las condiciones de este escenario, se analiza el valor de la madera en pie para los aclareos y el vuelo principal. Este valor fue obtenido luego de conocer los beneficios netos totales, los cuales fueron divididos en 50 % para las ganancias del propietario y el resto como valor de la madera en pie (ambos valores fueron asumidos).

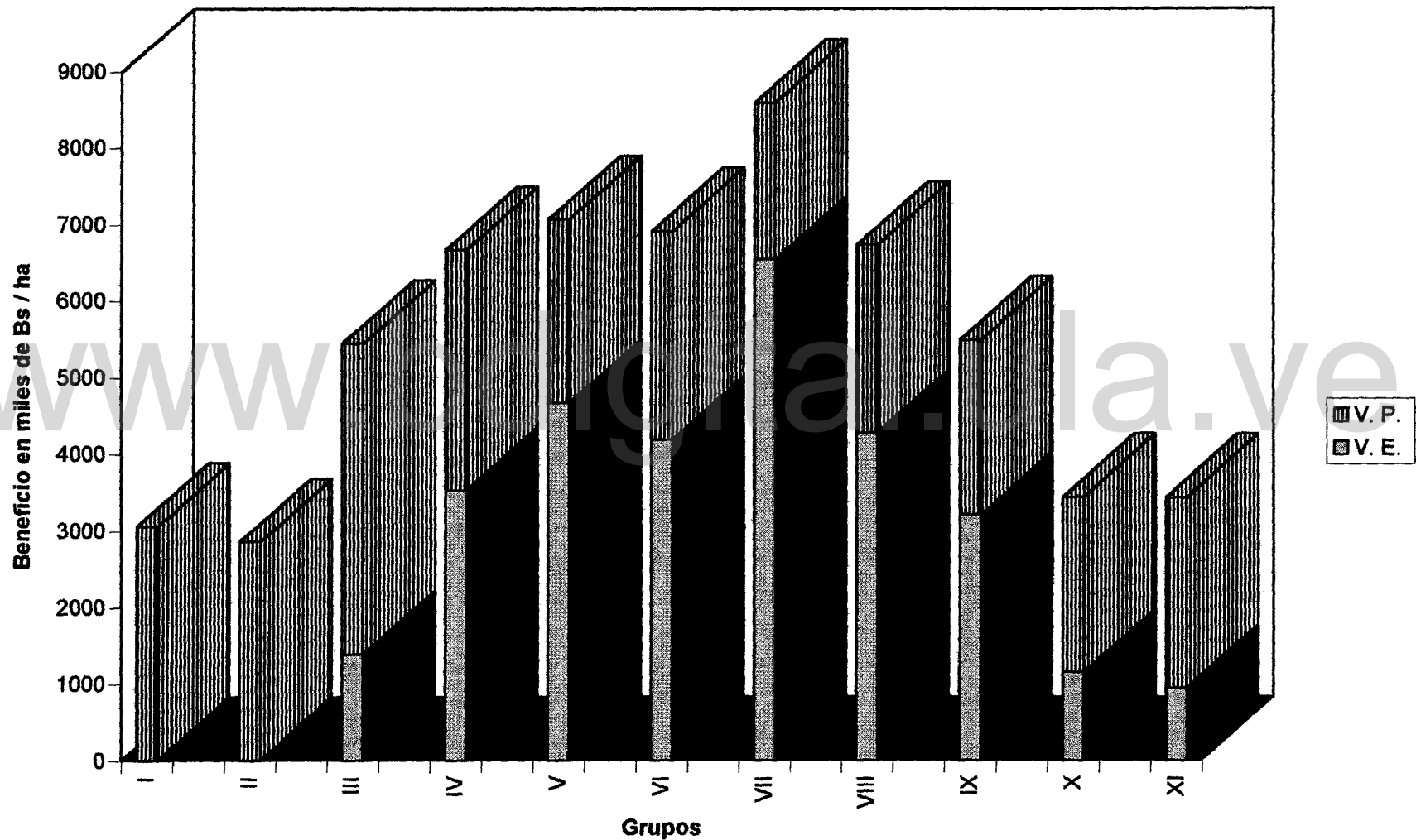
El grupo V representa la segunda opción con 4668,1 miles de Bs/ha para los aclareos y 2402,0 miles de Bs/ha para un total de 7070,1 miles de Bs/ha. Este grupo fue establecido con el mismo espaciamiento inicial (2,5 m x 2,5 m) que el grupo VII, pero con la diferencia que para el grupo V se realizaron dos aclareos.

Cuadro 16 .Ingreso que recibe el propietario de la plantación por realizar los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal (Escenario 2).

Grupo	Número de Aclareo	Valor Total Neto Aclareo Miles Bs/ha	Valor Vuelo Principal Miles Bs/ha	<i>Valor Total Miles Bs/ha</i>	Opciones del Propietario
VII	3	6539,1	2054,7	8593,8	1
V	2	4668,1	2402,0	7070,1	2
VI	2	4185,2	2732,2	6917,4	3
VIII	4	4275,6	2456,3	6731,9	4
IV	1	3530,1	3142,6	6672,7	5
IX	2	3208,8	2284,8	5493,6	6
III	1	1392,3	4056,0	5448,3	7
X	1	1146,4	2297,2	3443,6	8
XI	1	939,3	2497,5	3436,8	9
I	0	0,0	3063,2	3063,2	10
II	0	0,0	2859,6	2859,6	11

Con el grupo VI se logró un beneficio neto total de 6917,4 miles de Bs/ha para ser la tercera mejor alternativa. La contribución de los dos aclareos realizados a los 8 y 15 años con intensidad intermedia (30,00 a 39,99%) fue de 4185,2 miles de Bs/ha que representan 60,5% del total generado por el grupo. Esto puede estar influenciado por la edad a la que fueron realizados los dos aclareos que permitieron obtener el 62% del volumen total para el primer aclareo entre las categorías de 15 a 25 cm y para el segundo el 97 % del volumen total distribuidos entre las categorías de 15 a 35 cm. Estas distribuciones permiten obtener productos con mayores precios en el mercado.

Gráfica 3. Valor de la madera en pie cuando el propietario de la plantación realizar los aclareos y aprovecha el vuelo principal



El grupo VIII alcanzó un beneficio neto total de 6731,9 miles de Bs/ha formado por 4275,6 miles de Bs/ha producidos por los cuatro aclareos y 2456,3 miles de Bs/ha por el vuelo principal. El 63,5 % de los beneficios netos totales fueron aportados por los aclareos.

De los grupos con aclareos, la opción que representa el menor beneficio neto total, es la del grupo XI con 3436,8 miles de Bs/ha de los que 939,3 miles de Bs/ha fueron generados por un solo aclareo realizado a los 15 años, indicando que el aclareo contribuyó con el 27 % del beneficio neto total.

Los beneficios por el aprovechamiento del vuelo principal en los dos grupos testigos (I y II) no logran superar los beneficios netos totales de los nueve grupos con al menos un aclareo, y puede deberse a la no generación de ingresos antes de la cosecha final, que amortice los costos de establecimiento. Se presentan como las dos opciones menos atractivas para el propietario.

Bajo las condiciones de este escenario los grupos con espaciamiento inicial reducido y uno, dos tres y cuatro aclareos (VII, V, VI y VIII) representan las cuatro mejores opciones que tiene el propietario para desarrollar los aclareos y el aprovechamiento del vuelo principal. En tres de los nueve grupos con aclareos (III, X y XI) el vuelo principal rindió mayores beneficios que los aclareos.

5.2.3. Comparación entre los escenarios uno y dos.

En ambos escenarios el grupo VII resultó como la mejor opción para el propietario de la plantación. Sin embargo, la diferencia entre los beneficios netos totales fue de 6894,5 miles de Bs/ha que representan el 80,2 %, favorece al escenario dos. Esto puede indicar que los precios a los que se esta vendiendo la madera en pie no son los más adecuados, porque gran parte del valor de la misma se la lleva el contratista como

ganancia. Es importante recordar que el valor del vuelo en pie se estimó en 50 % y el restante 50 % se considero como ganancia para quien ejecute las operaciones de aclareos y aprovechamiento del vuelo principal. Desde el punto de vista del propietario la mejor alternativa de selección esta constituida por las condiciones del escenario dos.

5.2.4. Escenario 3. Indicadores financieros para una plantación (por establecerse) cuando el propietario decide vender la madera en pie de los aclareos y el vuelo principal.

Los resultados presentados en el cuadro 17 demuestran que el establecimiento de una plantación bajo las condiciones del escenario 3 (en el cual el propietario vende la madera en pie) no ofrece ninguna rentabilidad. Este criterio se basa en las circunstancias mostradas en la estimación de la TIR que no pudo ser obtenida mediante cálculos computarizados luego de veinte intentos.

Cuadro 17. Indicadores financieros para el escenario 3.

Grupo	R B/C	VAN (Miles Bs/ha)	TIR (%)
I	0,78	-204.185	NR *
IX	0,1	-109.481	NR
VII	0,1	-142.737	NR
IV	0,08	-143.689	NR
V	0,07	-145.252	NR
VI	0,07	-145.425	NR
VIII	0,07	-145.706	NR
XI	0,06	-92.534	NR
X	0,05	-112.523	NR
III	0,04	-200.589	NR
II	0,03	-0.0300	NR
IV	0,03	-150.618	NR

* = TIR no llega a un resultado con exactitud de 0,00001 % después de 20 intentos.

Como se demostró con la comparación entre los beneficios netos totales logrados en los escenarios uno y dos, el precio de venta de la madera en pie está subestimado y no permite amortizar los costos generales de establecimiento y mantenimiento de la plantación.

5.2.5. Escenario 4. Indicadores financieros para una plantación (por establecerse) cuando el propietario establece, realiza los aclareos y aprovecha el vuelo principal por gestión propia.

Los resultados del cuadro 18 muestran los valores para los indicadores financieros relación beneficio/costo, valor actual neto y tasa interna de retorno. El análisis se plantea de acuerdo al conjunto de regímenes de espesura con igual espaciamiento inicial. Se parte del hecho que los grupos no lograron igualar o superar la tasa de valoración (18,31 %). Sin embargo, existen grupos que son más rentables que otros y al considerar algunas estrategias podrían mejorar su rentabilidad y ser atractivas inversiones.

5.2.5.1. Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 2500 árb/ha con aclareo (III).

El grupo III, presenta una relación beneficio/costo (B/C) de 0,4 y una TIR de 12,7 indicando que se encuentra 5,61 % por debajo de la tasa de valoración. Ello puede estar influenciado por lo tarde que se produce el ingreso del primer aclareo realizado a los 20 años. La plantación hasta este momento ha generado costos, sin ser amortizados.

5.2.5.2. Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 1600 árb/ha con aclareos (IV, V, VI, VII y VIII).

Dentro del conjunto de grupos que integran el régimen para la densidad de 1600 árb/ha, el grupo VII alcanzó el mayor valor para la TIR con 16,2 % (segundo con respecto a los

once grupos), el cual se encuentra a 2,11 % de la tasa de valoración y presenta una relación B/C de 0,80 muy próximo al valor de referencia para que los ingresos y costos sean iguales. El nivel alcanzado por la tir pudiera estar influenciada por los tres aclareos realizados que permiten generar ingresos que contribuyen a amortizar los costos de la plantación.

Cuadro 18. Indicadores financieros para el escenario 4.

Grupos	Relación Beneficio/Costo	Valor Actual Neto (Miles de Bs)	Tasa Interna de Retorno (%)
IX	0,5	-13.728	17,0
VII	0,8	-29.163	16,2
XI	0,7	-24.260	16,1
X	0,6	-44.388	14,8
VI	0,7	-54.150	14,8
V	0,7	-51.936	14,5
VIII	0,6	-56.890	14,4
IV	0,8	-66.540	13,9
III	0,4	-9.899	12,7
II	0,3	-113.708	10,6
I	0,3	-163.962	NR

El grupo VIII presenta resultados por encima de la media para la relación B/C de 0,6 y ocupa la sexta posición con respecto a la TIR con 14,4%. El nivel de rentabilidad puede estar influenciado por la contribución del último de los cuarto aclareos que se le realizaron al grupo a los 20 años de edad. No obstante, transcurrieron seis años desde el tercer aclareo y los ingresos acumulados no fueron suficientes para amortizar la mayor parte de los costos. Si se compara la producción acumulada al momento en que se realizó el tercer

aclareo entre los grupos VII y VIII, se tiene para VII, 107,8 m³/ha, mientras que el grupo VIII alcanzó 54,3 m³/ha. Esta producción genera mayores ingresos y contribuye a amortizar los costos generales de la plantación. El aporte del cuarto aclareo del grupo VIII, sólo contribuye a contrarrestar los costos un año. Estas pueden ser las principales razones para que el grupo VII con tres aclareos presente mejor TIR que el grupo VIII con cuatro aclareos.

La situación anterior permite interpretar que la ejecución de aclareos muy frecuentes (cuatro para el caso) no es un criterio que va a sustentar por sí sólo la rentabilidad de un régimen, mas es la combinación de la frecuencia de aclareos y productos obtenidos lo que permite lograr ingresos que hagan rentable el régimen.

El grupo IV presenta la más TIR entre el conjunto de grupos que pertenecen a la densidad inicial de 1600 árb/ha, aunque alcanzó el mejor valor para la relación B/C al igual que el grupo VII, y permite interpretar que los costos están muy próximos a ser cubiertos por los ingresos.

5.2.5.3. Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 1111 árb/ha con aclareos (IX y X).

Los dos grupos pertenecientes a la densidad de 1111 árb/ha presentan situaciones contrarias. El grupo IX tiene una relación B/C de 0,5 indicando que la mitad de los costos están cubiertos por los ingresos y alcanzó el mayor valor para la TIR con 17,0 % (mejor opción con respecto a los once grupos) a sólo 1,31 % de la tasa de valoración. Esta situación puede estar influenciada por los dos aclareos realizados que permitieron una producción volumétrica aceptable para cubrir los costos y la diferencia contribuye para amortizar los costos generales de la plantación. Para el grupo el primer aclareo se realizó a los 5 años de edad y produjo 21,0 m³/ha (32,3 % del volumen total aclareado) y después de 11 años se realizó el segundo aclareo con producción de 44,0 m³/ha. El régimen podría

mejorarse si se retarda un poco el primer aclareo, quizás hasta los 8 años con la intención de obtener productos con diámetros mayores que rendirán ingresos más altos, para de esta forma contribuir a mejorar la rentabilidad del régimen.

El grupo X presenta una relación B/C de 0,6 y una TIR de 14,8 % para estar a 3,51 % de la tasa de valoración. Ello puede deberse a lo tarde (17 años) que se realizó el único aclareo y aunque los costos generales de establecimiento fueron relativamente bajos, no se logra amortizar una cantidad considerable de los mismos.

5.2.5.4. Grupos del régimen de espesura con densidad inicial de 625 árb/ha con aclareos (XI).

El grupo XI representa al régimen en estudio, alcanzó una relación B/C de 0,7 que indica que sólo el 30 % de los costos no están cubiertos por los ingresos. La TIR fue 16,1 % para ser el tercer mejor valor con respecto a todos los grupos analizados. El nivel de rentabilidad se obtuvo con sólo aclareo realizado a los 15 años de edad. Los bajos costos de establecimiento no generan una alta acumulación de intereses (en comparación con las otras densidades) que son compensados por el ingreso recibido a la edad del aclareo.

Este es otro de los regímenes que pudiera mejorarse si se realizar el primero aclareo alrededor de los 12 años y un segundo aclareo entre los 16 y 17 años. Ello se haría con la finalidad de producir ingresos un poco más temprano que permitan amortizar los costos generales de la plantación. Deben evitarse los aclareos fuerte porque pueden retardar el crecimiento de la masa. Además podrían utilizarse algunas prácticas agroforestales (por ejemplo cultivo de maíz) durante los dos primeros años con el propósito de generar ingresos o en su defecto, cubrir parte de los costos de limpiezas.

5.2.5.5 Grupos del régimen de espesura testigos con densidad inicial de 2500 y 1600 árb/ha sin aclareos (I y II).

Los dos grupos testigos muestran los resultados más bajos para la TIR con 9,5 % (Grupo I) y 10,6 (grupo II) para ser las alternativas de inversión menos atractivas para el propietario de la plantación. La situación está influenciada por la no ejecución de aclareos que permitan generar ingresos temprano que contribuyan en la amortización de los costos generales de la plantación.

La situación anterior apoya la tesis que en el manejo de plantaciones forestales, manipular la competencia (con los aclareos) permite obtener madera de mejor calidad e ingresos que contribuyen con la amortización de los costos generales de establecimiento y manejo de la plantación. Por lo tanto, una decisión conveniente es la ejecución de aclareos, antes que no hacer nada.

5.2.6. Análisis de sensibilidad.

Cualquier actividad que se esté desarrollando como negocio está expuesta a cambios repentinos en el mercado que pueden afectar la rentabilidad del mismo. Con los resultados obtenidos para el escenario (el propietario asume todos los costos de establecimiento, manejo, vende la madera de los aclareos y el vuelo principal) se realizó el análisis de sensibilidad. Se justifica la selección porque los escenarios uno y tres no alcanzaron resultados atractivos para ser considerados como alternativas de inversión y el escenario dos presentó resultados satisfactorios, razón por la cual se decidió que no era necesario someterlo al análisis. Sin embargo, en el escenario tres se encuentran grupos con un nivel de rentabilidad muy próximo a la tasa de valoración. Para los ingresos y costos actualizados de este escenario se considero un descenso en los costos por la eficiencia que pueden desarrollar en la ejecución de los trabajos de 25 %. Los resultados de este análisis se muestran en el cuadro 19, con los cambios experimentados por los grupos.

Cuadro 19. Análisis de sensibilidad para el escenario 4 (los costos disminuyen 25 %)

Grupo	R B/C	VAN (Miles Bs/ha)	TIR (%)
VII	1,1	9.667	19,2
V	0,9	-13.007	17,1
VI	0,9	-15.220	17,1
IX	0,9	-13.728	17,0
XI	0,7	-24.260	16,1
IV	0,8	-27.610	16,1
X	0,6	-44.388	14,8
III	0,6	-76.629	14,4
VIII	0,7	-56.890	14,2
II	0,4	-74.779	12,3
I	0,3	-11.504	11,1

El grupo IX que pertenece con espaciamiento inicial moderadamente amplio (3,0 m x 3,0 m) con dos aclareos presentó la mayor TIR con 19,7, VAN de 11.721 miles de Bs/ha y una relación B/C de 1,1 situación que lo convierte en la mejor alternativa de inversión bajo las actuales condiciones. Como ya se ha explicado anteriormente, de realizar mejoras en el régimen (ejemplo edad de los aclareos) se pueden obtener beneficios que hacen al grupo una buena alternativa de inversión, sobre todo por la distribución diamétrica que se logra con este tipo de espaciamiento inicial.

El grupo VII que es la segunda mejor alternativa bajo las condiciones normales del escenario cuatro, también se presenta como una buena opción para que un inversionista establezca una plantación, debido a que logró una relación beneficio costo superior a 1, VAN positivo de 9.667 miles de Bs/ha y una TIR de 19,2%. Bajo estas condiciones es el único grupo que supera la tasa de valoración. La rentabilidad del grupo se basa en la cantidad de aclareos y los tipos de productos que se extraen.

El grupo XI se presenta como latercera mejor opción con una TIR de 17,9 a sólo 0,41 % de la tasa de valoración. Los grupos V, VI también se consideran buenas alternativas de inversión por su cercanía a la tasa de valoración, aproximadamente a sólo 1%. Cualquier cambio positivo permitiría que los grupos en mención superen la tasa de valoración.

Otro conjunto de grupos que se podrían convertir en alternativas de inversión son los grupos IV, VIII y XI que alcanzaron TIR por encima de 16,1 %. Se estima que cualquier incremento en el precio de los productos, cambios en las tasa de interés o una mayor eficiencia en el desarrollo de las diferentes actividades contribuirían a mejorar la rentabilidad de los estos grupos. Es importante señalar la conveniencia de lograr esfuerzos en mejorar la eficiencia de las operaciones porque es una situación que puede estar en manos de los técnicos, mientras que los cambios de la tasa dependen del mercado.

Los grupos I y II se mantienen con los resultados más bajos en comparación con el resto de los grupos y como ya se ha mencionado se debe a que no generan ingresos antes de la cosecha final que compensen los costos de establecimiento y manejo.

5.3. Prueba de hipótesis sobre la rentabilidad de los regímenes de espesura.

Las hipótesis se probaron de acuerdo a los resultados del escenario dos.

a) Primera hipótesis :

Los regímenes de espesura con aclareos, son más rentables que los regímenes sin aclareos, para un mismo objetivo de producción.

Respuesta:

Se acepta la hipótesis porque todos los grupos con aclareos presentaron mayor rentabilidad.

b) Segunda hipótesis:

Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes, dentro de ciertos rangos, son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial reducido y aclareos no frecuentes a frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

Respuesta:

Los resultados no presentan suficientes evidencias para aceptar la hipótesis porque al menos un grupo con espaciamiento inicial reducido y aclareos no frecuentes a frecuentes alcanzo mayor rentabilidad.

c) Tercera hipótesis:

Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial amplio y moderadamente amplio con aclareos no frecuentes a frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

Respuesta:

Los resultados no presentan suficientes evidencias para aceptar la hipótesis porque todos los grupos con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes alcanzaron mayor rentabilidad.

d) Cuarta hipótesis:

Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial amplio y aclareos no frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos no frecuentes a frecuentes, para un mismo objetivo de producción.

Respuesta:

Los resultados no presentan suficientes evidencias para aceptar la hipótesis porque al menos un grupo con espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos no frecuentes a frecuentes alcanzó mayor rentabilidad.

Los resultados de las pruebas de hipótesis son válidos para las parcelas permanentes de aclareo y rendimiento localizadas en la plantación piloto de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo, debido a que para el establecimiento de las mismas no se siguió un diseño experimental ya que se establecieron opináticamente.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones.

Las condiciones del presente estudio permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

- Los regímenes de espesura con aclareos son más rentables que los regímenes sin aclareos.
- Los regímenes de espesura con densidad inicial de 1600 árb/ha y aclareos no frecuentes, frecuentes y muy frecuentes son más rentables que los regímenes con densidad inicial de 2500 árb/ha y aclareos no frecuentes.
- Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial moderadamente amplio a amplio con aclareos no frecuentes y frecuentes.
- Los regímenes de espesura con espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos frecuentes son más rentables que los regímenes con espaciamiento inicial amplio y moderadamente amplio con aclareos no frecuentes.
- El régimen de espesura con espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos frecuentes presenta la mayor rentabilidad bajo las condiciones del escenario cuatro.
- Se utilizaron los mismos precios de mercado para los productos del aclareo y el vuelo principal.

- La venta de madera en pie bajo las condiciones del escenario tres no es conveniente para el propietario de la plantación.
- La estimación del volumen para el vuelo original, eliminado y principal esta fuertemente influenciada por el modelo de regresión y la fórmula de volumen utilizada.
- De los cinco modelos de regresión que tiene Sinfoplan para estimar la altura en función al diámetro, el más usado para los años con aclareos y el vuelo principal a los 21 años de edad fue el modelo Schumacher $Ln h = a + b (1 / x)$ debido a que establece una buena relación entre dichas variables.

6.2. Recomendaciones.

- Analizar los cinco modelos de regresión altura - diámetro que tiene Sinfoplan para que el sistema seleccione un sólo modelo por parcela y sea aquél que más se ajuste.
- Realizar estudios sobre los productos que se pueden obtener por categorías diamétricas y rangos de alturas en los aclareos, para determinar los porcentajes por tipo de producto, con respecto al mercado actual y futuro. Este tipo de información es necesaria cuando se desean establecer rendimientos económicos de las plantaciones. En la actualidad se tiene que estimar mediante algunos datos en etapa de procesamiento (principalmente para categorías menores a 20 cm), por el diseño de árboles tipo o por experiencia personal.
- Realizar estudios de mercado para determinar precios diferenciales entre los productos obtenidos por los aclareos y los del vuelo principal.
- Realizar estudios sobre la calidad de la madera obtenida en diferentes años de aclareos para incorporar esta variable al momento de analizar la relación edad del aclareo- calidad del producto - rentabilidad.

- Elaborar un plan para el monitoreo de las parcelas permanentes de aclareo y rendimientos de Caparo, con el propósito de mantener a través del tiempo, uniformidad en la toma de datos que permitirán realizar evaluaciones más completas y confiables.

- Estudiar la posibilidad de incorporar al Sinfoplan otras fórmulas para la estimación de volumen, ya que en la actualidad el sistema sólo cuenta con la fórmula elaborada por Salinas (1985). La fórmula fue desarrollada con una muestra de 193 árboles extraídos en los aclareos de las plantaciones de teca de Ticoporo y puede tener mejor aplicación en masas con categorías diamétricas no mayores a 25 cm. Considerar el uso de la fórmula que ha desarrollado por Moret ¹ para las plantaciones de teca en Caparo donde la muestra cubrió un mayor rango de categorías diamétricas y es una fórmula elaborada para dichas plantaciones.

- Establecer ensayos con diseños estadísticos para someter a nuevas pruebas los regímenes de espesura con espaciamiento inicial reducido y aclareos muy frecuentes, espaciamiento inicial moderadamente amplio y aclareos frecuentes y espaciamiento inicial amplio y aclareos no frecuentes porque han mostrados buenos resultados en los análisis financieros y de sensibilidad.

- Mejorar el régimen con espaciamiento inicial amplio con la ejecución de un primer aclareo más temprano (12 años) y adicionar un segundo aclareo a los 16 o 17 años, con la finalidad de generar ingresos que hagan más atractivo el régimen desde el punto de vista económico. Además se puede contemplar durante los dos primeros años la incorporación de cultivos agrícolas (por ejemplo maíz), que generarían ingresos o por menos los costos de limpiezas podrían disminuir.

⁽¹⁾ Moret, Y. Ecuaciones de volúmenes para teca en Caparo (sin publicar)

Bibliohemerografía.

- Adegbeih, J.O. 1982. Preliminary results of the effects of spacings on the growth and yield of *Tectona grandis* L. f. *Indian forester*, 108(6): 423 - 430.
- Aguilar, L., López, B., Pérez, R. 1985. Establecimiento de parcelas permanentes de aclareo y rendimiento para teca (*Tectona grandis*) en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 41 p
- Betances, M. 1986. Estimación de volumen a partir del área basal en las plantaciones de teca (*Tectona grandis* L.f.) Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Cuadernos Comodato ULA-MARNR 8. Mérida, Venezuela. 34 p.
- Beysse, R. 1991. Successful establishment of a teak plantation in Brazil. *Forst und Holz*, 46 (20): 563 - 564.
- Brodie, J. D., Kao, Ch. 1979. Optimizing thinning in douglas fir with three descriptor dynamic programming to account for accelerated diameter growth. *Forest Science*, 25 (4): 665-672.
- Brodie, J. D., Adams, D., Kao, Ch. 1978. Analysis of economics impacts on thinning and rotation for Douglas-fir, using dynamic programming. *Forest Science*, 24 (4): 513-522.
- Budiantho, D. 1989. Influence of wider spacing of teak on mean diameter and space available for food crops in the taungya system. *Bulletin Penelitian Hutan*, 516: 13 - 26.
- Contreras, V. y Rangel, P. 1988. Evaluación de la masa remanente dejada en pie en el compartimiento I de la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Comodato ULA-MARNR. Informe de pasantía. Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
- CORPOANDES, Venezuela. 1973. Programa de Investigación Forestal con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Informe 8. Mérida, Venezuela. 513 p.
- CORPOANDES - ULA. Informes de actividades del programa de investigación con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Informes 2, 3, 4 y 5.

- Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- Chakraborti, S.K., Gaharwar, K.S. 1995. A study on volume estimation for Indian Teak. *Indian forester*, 121 (6) : 503 - 509.
- Chaturvedi, A.N. 1995. The viability of commercial teak plantation projects. *Indian forester*, 121 (6): 550 - 552.
- Díaz de Ruíz, A. 1989. Influencia de la espesura en la relación altura-diámetro de la teca en Caparo, Barinas. Cuaderno Comodato ULA - MARNR 19. Venezuela. 54 p.
- Dupuyt, B., Verhaegen, D. 1993. Plantation grown teak (*Tectona grandis*) in Côte d'Ivoire. *Bois et forests des tropiques*, 235: 9 -24
- Filius, A. M., Dul, M.T. 1992. Dependence of rotation and thinning regime on economic factors and silvicultural constrains: results of an application of dynamic programming. *Forest Ecology and Management*, 48: 345-356
- Flinta, C. 1960. Prácticas de plantación forestal en América Latina. Cuaderno de fomento forestal 15. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 499 p.
- Franco, W. 1982. Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la Unidad Uno de la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela. 195 p.
- García, P. 1986. Estudio sobre la posibilidad de producir teca (*Tectona grandis*) para aserrió en turnos cortos. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Cuaderno Comodato ULA - MARNR, 10. Mérida, Venezuela. 49 p.
- Hase, F., Castillo, L. 1979. Métodos de estimación de la biomasa forestal y su aplicación a tres tipos de banco de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Mérida. Universidad de Göttingen, Instituto de Suelos y Nutrición Forestal. 51 p.
- Hernández, C., Guevara, J. 1994. Especies vegetales de la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Cuaderno Comodato ULA MARNR, 23. Mérida, Venezuela. 69 p.
- Keogh, R. M. 1979. El futuro de la teca en América trópic. *Unasyuva*, 31:13 -19

- Larson, B.C., Nurus, M. 1985. Thinning guidelines for teak (*Tectona grandis L.*) Malaysian forester, 48 (4): 288 - 297
- Laurie, M. V. 1975. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuaderno de fomento forestal 19. Roma. 203 p.
- Low, A., Van Tol, G. 1977. El espaciamiento inicial en relación al establecimiento de plantaciones. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Mérida, Venezuela. (Traducción libre Armando Torres L.). 13 p.
- Lowe, R. 1976. Teak (*Tectona grandis Linn f.*) thinning experiment in Nigeria. Commonwealth forestry review, 55:(3): 189 - 202.
- Matteucci, S. D., Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Universidad Nacional Experimental Francisco Miranda, Venezuela. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D. C. 163 p.
- McCune, B. 1987. Multivariate analysis on the PC-ORD Systems. A software documentation report. Holcom Research Institute, Report 75. Butler University, Indiana, U.S.A. 98 p
- Ola-Adams, B.A. 1990. Influence of spacing on growth and yield of *Tectona grandis Linn. f.* (teak) and *Terminalia superba Engl. & Diels* (afara). Journal of tropical forst Science, 2 (3): 180 - 186.
- Pimentel, N. 1982. Determinación de la productividad actual y comparación del comportamiento de las especies establecidas en plantación bajo el Método Caparo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Tesis MSc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela.
- Pimstein, R. 1978. Un modelo de crecimiento en plantaciones. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Merida, Venezuela. Tesis Msc. 119 p.
- Quintero, J. 1995. Comparación de regímenes de espesura en plantaciones de teca (*Tectona grandis L.*) en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. Tesis Msc. 91 p

- Ramos, J. 1965. Repoblaciones. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Sección de Publicaciones. Madrid. 315 p.
- Reich, C., Current, D. 1991. Rendimientos en faenas y costos para la producción de árboles de uso múltiple en América Central (1988-1989). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica 174. Costa Rica.
- Reich, C., et al., 1991. Costos de cultivos de árboles de uso múltiple en América Latina (1988-1989). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie técnica 182. Costa Rica.
- Salazar, R. Albertin, W. 1974. Requerimientos edáficos y climáticos para *Tectona grandis* Linn. Turrialba, 24 : 66 - 71
- Salinas, L. 1985. Elaboración de tablas de volumen para teca (*Tectona grandis*) en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 67 p.
- Torres, A. 1982. Influencia del sitio y la espesura en el crecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis*) en Caparo, Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura, Mérida, Venezuela. 66 p.
- Torres, A. 1976. Costos de producción de plántones en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. 31 p.
- Torres, A. 1975. Ensayo de especies latifoliadas en la Unidad I en la Reserva Forestal de Caparo, Estado Barinas. Universidad de Los Andes, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. 206 p.
- Vincent, L. 1992. Manejo de plantaciones forestales con fines de producción. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. 150 p.
- Vincent, L. 1990. El raleo en plantaciones jóvenes de teca en la Reserva Forestal de Caparo, Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Cuadernos Comodato ULA - MARNR, 17. Mérida, Venezuela. 39 p.
- Vincent, L. 1985. El modelo de área basal en la formulación del régimen de espesura en plantaciones de teca en Caparo, Estado Barinas, Venezuela. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 16p.

- Vincent, L. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Tesis MSc. Mérida, Venezuela.
- Wardle, P.A. 1967. Spacing in plantations. A management investigation. *Forestry* 40 (1); 47 -69.
- Weaver, P., Francis, J. 1990. The performance of *Tectona grandis* in Puerto Rico. *Commonwealth forestry review*, 69 (4) : 313 - 323.
- Weidema, W.J. 1966. An information on teak growth in Nicaragua. *Turrialba* 16 (4): 387 - 389.
- Zambrano, T. 1993. Modelo preliminar de simulación del crecimiento en área basal para la teca (*Tectona grandis* Linn). Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. Tesis Msc. 147p.
- Zerpa, J. 1984. Metodología de evaluación de rendimiento en parcelas permanentes en plantaciones (Método Caparo) en Caparo, Barinas, Venezuela. Pasantía en forma de trabajo de investigación. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela.

A N E X O S

www.bdigital.ula.ve

Anexo 1. Información general de las parcelas permanentes de aclareos y rendimientos de teca en Caparo.

PAR	ESPIN	DENI	SUPER	FEIMP	FEEST	DENEP	DENF	NACLA	VOL	EPA	IPA	ESA	ISA	ETA	ITA	ECA	ICA
3	2,5X2,5	1600	1200	jun-71	mar-73	1442	417	2	243,46	5,6	44,1	16,7	39,1	0	0	0	0
4	2,5X2,5	1600	1200	jun-71	mar-73	1443	400	2	252,91	5,6	50,0	16,7	31,4	0	0	0	0
6	2,0X2,0	2500	1200	jun-71	mar-75	2125	1542	0	406,59	0	0	0	0	0	0	0	0
8	4,0X4,0	625	800	jul-71	ene-75	613	363	1	221,00	16,7	35,5	0	0	0	0	0	0
9	3,0X3,0	1111	800	jul-71	ene-75	1038	400	2	239,47	5,7	37,4	16,7	33,3	0	0	0	0
10	2,5X2,5	1600	1000	jul-71	ene-75	1300	410	2	226,93	5,6	37,7	13,8	46,2	0	0	0	0
11	2,5X2,5	1600	1000	jul-71	ene-75	1320	420	2	280,18	5,6	46,6	16,7	31,8	0	0	0	0
12	2,5X2,5	1600	1100	jul-71	ene-75	1418	400	3	211,96	5,7	30,7	9,6	35,2	13,7	35,3	0	0
13	2,5X2,5	1600	800	jul-71	ene-75	1225	450	2	266,13	9,8	32,3	16,7	36,9	0	0	0	0
14	2,0X2,0	2500	1000	jul-71	ene-75	1790	1330	0	428,37	0	0	0	0	0	0	0	0
15	2,0X2,0	2500	1400	jun-70	mar-75	1436	1029	0	300,58	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4,0x4,0	625	600	jun-71	ene-75	500	317	1	259,87	13,8	34,6	0	0	0	0	0	0
17	2,0x2,0	2500	600	jun-71	ene-75	1633	1150	0	372,04	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2,5x2,5	1600	1200	jun-71	ene-78	958	400	2	255,96	5,8	36,5	14,7	32,9	0	0	0	0
20	2,5x2,5	1600	1200	jun-73	feb-77	1817	1408	0	424,39	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2,5x2,5	1600	1200	jun-73	feb-77	1400	350	4	245,35	3,7	22,6	5,8	21,1	14,7	28,3	20,8	31,1
24	2,5x2,5	1600	1200	jun-73	ene-78	1117	350	2	274,19	7,6	40,2	14,7	41,7	0	0	0	0
26	2,5x2,5	1600	1200	jun-73	abr-79	1233	1000	0	288,81	0	0	0	0	0	0	0	0
27	2,5x2,5	1600	400	jun-71	sep-79	1550	975	1	397,30	8,3	37,1	0	0	0	0	0	0
28	2,0x2,0	2500	600	jun-73	ene-81	1383	750	1	426,99	20,8	42,3	0	0	0	0	0	0
29	3,0x3,0	1111	1600	jun-73	feb-81	819	450	1	237,58	17,7	43,0	0	0	0	0	0	0
30	2,5x2,5	1600	1200	jun-73	abr-81	1433	692	1	333,99	7,8	42,4	0	0	0	0	0	0
31	2,5x2,5	1600	1600	jun-73	mar-81	906	369	1	247,34	7,8	54,5	0	0	0	0	0	0
32	2,5x2,5	1600	1600	jun-73	mar-81	931	494	1	334,70	7,8	40,3	0	0	0	0	0	0

par = parcela

espin= espaciamento inicial (mxm)

epa = edad primer aclareo (años)

ipa = intensidad del primer aclareo (%)

deni= Densidad inicial de implantación (arb/ha)

super= superficie de la parcela (m2)

esa = edad segundo aclareo (años)

isa = intensidad del segundo aclareo (%)

denf = densidad final a 21,8 - 21,9 años (arb/ha)

feimp= fecha de implantación (mes y año)

eta = edad tercer aclareo (años)

ita = intensidad del tercer aclareo (%)

nacla = número de aclareos

feest = fecha de establecimiento(mes y años)

eca = edad del cuarto aclareo (años)

ica = intensidad del cuarto aclareo (%)

denep = densidad inicial al establec-par (arb/ha)

Vol = Volumen a los 21,8 -21,9 años (m3/ha)

Anexo 2. Intensidad de los aclareos en las PPAR de teca en Caparo.

Parcelas	1° Aclareo			2° Aclareo			3° Aclareo			4° Aclareo		
	VO	VE	Intensidad(%)	VO	VE	Intensidad(%)	VO	VE	Intensidad(%)	VO	VE	Intensidad(%)
3	1417	625	44,1	683	267	39,1						
4	1383	692	50,0	583	183	31,4						
8	563	200	35,5									
9	1038	388	37,4	600	200	33,3						
10	1300	490	37,7	780	360	46,2						
11	1310	610	46,6	660	210	31,8						
12	1418	436	30,7	955	336	35,2	618	218	35,3			
13	1125	363	32,3	713	263	36,9						
16	483	167	34,6									
19	958	350	36,5	608	200	32,9						
21	1400	317	22,6	1067	225	21,1	767	217	28,3	508	158	31,1
24	1058	425	40,2	600	250	41,7						
27	1550	575	37,1									
28	1300	550	42,3									
29	800	344	43,0									
30	1433	608	42,4									
31	906	494	54,5									
32	931	375	40,3									

VO = Vuelo original

VE = Vuelo eliminado

Anexo 3. Superficie de las parcelas permanentes de aclareo y rendimiento de teca.

Parcelas	Superficie/Parcela (m2)
3	1200
4	1200
6	1200
8	800
9	800
10	1000
11	1000
12	1100
13	800
14	1000
15	1400
16	600
17	600
19	1200
20	1200
21	1200
24	1200
26	1200
27	400
28	600
29	1600
30	1200
31	1600
32	1600

Anexo 4. Rendimiento de la masa forestal Total. Parcela 03, Teca, Caparo

AÑO	EDAD	Densidad	Densidad	Densidad	Area Basal	Area Basal	Area Basal	DAM	DAM	DAM	Vcc	Vcc	Vcc
		VO	VE	VP	VO	VE	VP	VO	VE	VP	VO	VE	VP
1973	1,8	1442		1442	3,83		3,83	5,8		5,8	13,12		13,12
1974	2,8	1433		1433	9,19		9,19	9,0		9,0	32,71		32,71
1977	5,6	1417	625	792	19,76	7,20	12,56	13,3	12,1	14,2	111,19	39,49	71,70
1978	6,6	792		792	15,69		15,69	15,9		15,9	99,45		99,45
1979	7,8	758		758	17,45		17,45	17,1		17,1	109,75		109,75
1980	8,8	758		758	19,11		19,11	17,9		17,9	142,22		142,22
1981	9,6	750		750	20,41		20,41	18,6		18,6	160,68		160,68
1982	10,6	750		750	21,26		21,26	19,0		19,0	173,58		173,58
1983	11,8	742		742	23,41		23,41	20,0		20,0	193,19		193,19
1984	12,8	742		742	24,42		24,42	20,5		20,5	207,82		207,82
1985	13,7	742		742	24,12		24,12	20,3		20,3	214,18		214,18
1986	14,8	717		717	24,87		24,87	21,0		21,0	221,56		221,56
1988	16,7	683	267	417	27,22	7,48	19,74	22,5	18,9	24,6	267,41	70,03	197,38
1989	17,8	417		417	20,80		20,80	25,2		25,2	204,63		204,63
1990	18,7	417		417	21,20		21,20	25,4		25,4	212,25		212,25
1991	19,8	417		417	22,39		22,39	26,2		26,1	224,91		224,91
1992	20,8	417		417	22,13		22,13	26,0		26,0	224,34		224,34
1993	21,9	417		417	23,86		23,86	27,0		27,0	243,46		243,46
1995	23,8	417		417	24,44		24,44	27,3		27,3	254,56		254,56

VO = Vuelo original

VE = Vuelo eliminado

VP = Vuelo principal

DAM = Diámetro del árbol medi

Vcc = Volumen con corteza

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)

Anexo 5. Modelos de regresión altura -diámetro para el vuelo eliminado y principal

Parcelas	Edad	Vuelo	Modelos	Coefic. A	Coefic. B	R 2	n
3	5,6	E 1	S	3,05567000	-6,19881000	0,82	27
	16,7	E 2	S	3,58796500	-10,6109390	0,80	25
	21,9	P	S	3,61448300	-11,1412871	0,69	17
4	5,6	E 1	LS	-4,16952200	6,88796800	0,60	79
	16,7	E 2	S	3,44941600	-7,33769700	0,71	34
	21,9	P	LS	-6,04831700	9,16889800	0,61	17
6	21,9	P	S	3,59836800	-9,45181000	0,92	49
8	16,7	E 1	S	3,38881900	-7,14009600	0,64	28
	21,9	P	LS	-4,16148400	8,16148400	0,68	12
9	5,7	E 1	S	2,86589600	0,40083000	0,63	83
	16,7	E 2	S	3,57793300	-10,1521990	0,75	24
	21,9	P	S	3,64934700	-11,1363710	0,65	12
10	5,6	E 1	LS	-4,09902100	6,81601800	0,75	60
	13,8	E 2	S	3,49566300	-8,82456000	0,82	30
	21,9	P	S	3,46318800	-7,13959200	0,69	14
11	5,6	E 1	S	2,77962100	-5,71638400	0,53	132
	16,7	E 2	LS	-10,2173830	10,7646160	0,69	33
	21,8	P	S	3,58816000	-8,41601600	0,73	11
12	5,7	E 1	LR	14,56567900	-50,6740030	0,71	156
	9,6	E 2	S	3,26855600	-5,47196800	0,74	30
	13,7	E 3	S	3,43987100	-8,21169200	0,52	30
13	21,8	P	L	15,7994010	0,31893300	0,62	13
	9,8	E 1	S	3,31061200	-6,79809500	0,83	28
	16,7	E 2	L	5,35408600	0,72362500	0,89	8
14	21,8	P	L	18,2036450	0,27277600	0,59	17
	21,9	P	LR	34,8382300	-239,189542	0,90	39
	21,8	P	S	3,45115000	-6,9467700	0,82	9
15	21,8	P	S	3,45115000	-6,9467700	0,82	9
	13,8	E 1	S	3,23190600	-7,3795030	0,56	39
16	21,8	P	S	3,51392900	-8,4421270	0,53	24
	21,9	P	S	-17,0064480	-13,046067	0,78	44
17	21,9	P	S	-17,0064480	-13,046067	0,78	44
	5,8	E 1	S	3,02780000	-5,1934310	0,71	25
19	14,7	E 2	S	3,51666600	-9,0021570	0,80	32
	21,8	P	L. D. LOG	2,31844800	0,27633800	0,40	16
	21,8	P	S	3,74189900	-11,8427320	0,95	10
20	3,7	E 1	S	2,91055900	-4,85700500	0,79	51
	5,8	E 2	S	3,13615100	6,44207800	0,65	57
	14,7	E 3	L. D. LOG	1,53367100	0,49739400	0,70	33
21	20,8	E 4	LR	35,05439400	-228,962290	0,74	9
	21,8	P	LR	35,05439400	-228,962290	0,74	9
	7,6	E 1	LR	22,51536000	-90,1948910	0,67	23
24	14,7	E 2	L. D. LOG	1,84204800	0,40730300	0,68	46
	21,8	P	L	19,75425500	0,20703400	0,79	8
	21,8	P	L	12,48002000	0,44770100	0,82	8
26	21,8	P	L	12,48002000	0,44770100	0,82	8
	8,3	E 1	S	3,15216900	-4,80491300	0,72	23
27	21,8	P	S	3,58777200	-10,1171220	0,73	11
	20,8	E 1	S	3,64117400	-10,2724230	0,52	31
28	21,8	P	S	3,47410100	-5,94634400	0,52	8
	17,7	E 1	L	16,70619700	0,27258400	0,53	15
29	21,9	P	S	3,54063900	-9,31954600	0,80	26
	7,8	E 1	S	3,25420000	-6,59900000	0,62	28
30	21,8	P	LR	38,3701410	-333,831724	0,85	24
	7,8	E 1	S	3,38748600	-8,89378300	0,60	24
31	21,8	P	S	3,72935000	-14,3111490	0,57	20
	7,8	E 1	S	3,39421000	-8,17871000	0,67	37
32	21,8	P	S	3,67134100	-11,0657390	0,82	27

E=Eliminado
P =Principal

L=Lineal
LS=Lineal Semilogarítmico

LDLOG= Lineal Doble Logarítmico
S= Schumacher

LR= Lineal Recíproco

Anexo 6a. Comparación de volúmen del vuelo principal obtenido con modelos de regresión para grupos y por parcelas individuales

Parcelas	Año	Modelos	Volumen(m3/ha) Modelo/grupo	Modelos	Volumen (m3/ha) Modelo/parcela	Diferencia m3/ha
20	21	Schumacher	406,27	Schumacher	424,39	-18,12
26	21	Schumacher	309,80	Lineal	288,81	20,99
Promedio			358,035		356,6	1,435
27	21	L. Recíproco	408,81	Schumacher	397,99	10,82
30	21	L. Recíproco	330,92	L. Recíproco	333,99	-3,07
31	21	L. Recíproco	260,23	Schumacher	274,34	-14,11
32	21	L. Recíproco	324,77	Schumacher	334,70	-9,93
Promedio			331,18		335,255	-4,0725
3	21	Schumacher	266,14	Schumacher	243,46	22,68
4	21	Schumacher	277,75	Schumacher	252,91	24,84
10	21	Schumacher	247,05	Schumacher	226,93	20,12
11	21	Schumacher	271,29	Schumacher	280,18	-8,89
19	21	Schumacher	265,88	Schumacher	255,96	9,92
Promedio			265,62		251,89	13,73
13	21	Lineal	264,13	Lineal	266,13	-2,00
24	21	Lineal	277,38	Lineal	274,19	3,19
Promedio			270,76		270,16	0,60
8	21	Schumacher	216,85	L. Semilog	221	-4,15
16	21	Schumacher	259,87	Schumacher	90,44	169,43
Promedio			238,36		155,72	

Anexo 6 b. Comparación de volúmenes obtenidos con modelos de regresión para grupos y por parcelas individuales.

Primer aclareo									
Parcelas	Edad	Modelos	Modelos/Grupos			Modelos	Modelos/Parcela		
			VO	VE	VP		VO	VE	VP
3	5,6	Lineal Semilog	115,93	41,13	74,8	Schumacher	111,19	39,49	71,7
4	5,6	Lineal Semilog	114,16	45,19	68,97	L. Semilog	115,03	45,31	69,72
10	5,6	Lineal Semilog	111,5	32	79,5	L. Semilog	110,96	31,67	79,29
11	5,6	Lineal Semilog	106,37	41,4	64,97	Schumacher	71,05	27,8	43,25
19	5,8	Lineal Semilog	118,14	36,8	81,34	Schumacher	118,14	36,8	81,34
Promedios			113,22	39,304	73,916		105,274	36,214	69,06
Diferencia					VO	VE	VP		
					7,946	3,09	4,856		

Segundo aclareo									
Parcelas	Edad	Modelos	Modelos/Grupos			Modelos	Modelos/Parcela		
			VO	VE	VP		VO	VE	VP
3	16,7	Schumacher	271,32	72,1	199,22	Schumacher	267,41	70,03	197,38
4	16,7	Schumacher	267,34	56,97	210,37	Schumacher	261,29	57,04	204,25
10	13,8	Schumacher	263,49	106,24	157,25	Schumacher	263,49	106,24	157,25
11	16,7	Schumacher	255,14	59,4	195,74	L. Semilog	264,56	61,22	203,34
19	14,7	Schumacher	255,53	71,94	183,59	Schumacher	250,38	70,6	179,78
Promedios			262,564	73,33	189,234		261,426	73,026	188,4
Diferencia					VO	VE	VP		
					1,138	0,304	0,834		

Primer aclareo									
Parcelas	Edad	Modelos	Modelos/Grupos			Modelos	Modelos/Parcela		
			VO	VE	VP		VO	VE	VP
13	9,8	Schumacher	195,69	45,43	150,26	Schumacher	206,18	47,63	158,55
24	7,6	Schumacher	155,95	51,9	104,05	L. Reciproco	148,78	49,89	98,89
Promedios			175,82	48,665	127,155		177,48	48,76	128,72
Diferencia					VO	VE	VP		
					-1,66	-0,095	-1,565		

Segundo aclareo									
Parcelas	Edad	Modelos	Modelos/Grupos			Modelos	Modelos/Parcela		
			VO	VE	VP		VO	VE	VP
13	16,7	Schumacher	248,76	71,88	176,88	Lineal	236,46	63,26	173,2
24	14,7	Schumacher	252,91	85,87	167,04	L. D. Log	253,78	85,37	168,41
Promedios			250,835	78,875	171,96		245,12	74,315	170,805
Diferencia					VO	VE	VP		
					5,715	4,56	1,155		

Nota: La diferencia se obtiene de los resultados con los modelos para los grupos menos los de las parcelas.

Anexo 7. Variables de la masa forestal por categorías diamétricas. Parcela 3, año 1977, teca, Caparo.

Cat. Diam. *	NA VO	AB VO	VOLCC VO	VOLSC VO	NA VE	AB VE	VOLCC VE	VOLSC VE	NA VP	AB VP	VOLCC VP	VOLSC VP
4	1	0,0095	0,0263	0,0155	1	0,0095	0,0263	0,0155	0	0,0000	0,0000	0,0000
7	2	0,0608	0,2757	0,1783	2	0,0608	0,2757	0,1783	0	0,0000	0,0000	0,0000
8	7	0,3070	1,3678	0,9049	6	0,2601	1,1724	0,7756	1	0,0469	0,1954	0,1293
9	9	0,4537	2,3631	1,5951	6	0,3050	1,5754	1,0634	3	0,1487	0,7877	0,5317
10	13	0,8386	4,4064	3,0284	9	0,5751	3,0506	2,0966	4	0,2635	1,3558	0,9318
11	16	1,2839	6,7873	4,7414	11	0,8916	4,6663	3,2597	5	0,3923	2,1210	1,4817
12	25	2,3819	12,9494	9,1819	12	1,1497	6,2157	4,4073	13	1,2322	6,7337	4,7746
13	25	2,7511	15,4986	11,1412	8	0,8888	4,9595	3,5652	17	1,8623	10,5391	7,5760
14	26	3,3529	18,9754	13,8148	8	1,0361	5,8386	4,2507	18	2,3168	13,1368	9,5641
15	15	2,2112	3,2499	2,3744	5	0,7490	4,2367	3,1212	10	1,4622	3,2499	2,3744
16	10	1,6744	9,7228	7,2424	3	0,5028	2,9168	2,1727	7	1,1716	6,8060	5,0697
17	12	2,2786	13,2528	9,9750	3	0,5655	3,3132	2,4938	9	1,7131	9,9396	7,4812
18	3	0,6272	3,7305	2,8355	1	0,2035	1,2435	0,9452	2	0,4237	2,4870	1,8903
19	3	0,6770	4,1682	3,1977	0	0,0000	0,0000	0,0000	3	0,6770	4,1682	3,1977
20	2	0,5223	3,0838	2,3867	0	0,0000	0,0000	0,0000	2	0,5223	3,0838	2,3867
22	1	0,3259	1,8662	1,4682	0	0,0000	0,0000	0,0000	1	0,3259	1,8662	1,4682

NA= Número de árboles AB= Area basal VOL = Volumen VO = Vuelo original VE= Vuelo eliminado VP = Vuelo principal * en cm

Anexo 9. Cálculo de costos de establecimiento y manejo por grupo en una plantación de teca.

Información general	Unidad	Bs/ha
Superficie	Ha	300
Sueldo Ing. Forestal	Bs/mes	337500
Sueldo Périto	Bs/mes	202500
Sueldo Capataz	Bs/mes	135000
Sueldo de obrero	Bs/día	3375
Costo Ingeniería del Proyecto	Bs	1000000
Costo/h Tractor Agrícola	Bs/h	5000
Costo/h Tractor	Bs/h	10000
Costo/planta	Bs/planta	150
Fertilizantes	Bs/k	150
Pesticidas	Bs/k	120
Densidad	Plantas/ha	2500
Reposición de plántones (Año 0)	Plantas/ha	250
Reposición de plántones(Año 1)	Plantas/ha	250
Hilo de nylon	Bs/k	1768
Costo de aclareo	Bs/m3	0

Concepto	Medida	Jornales	Cantidad	Bs/ha	Total Bs/ha
SELECCIÓN DE AREAS					
ING. DEL PROYECTO					
Estudio Ing. del Proyecto	Bs		1000000		1000000
ESTABLECIMIENTO					
Deforestación y Socolado	j	10		33750	
Quema controlada	j	0,5		1687,5	
Arado	Ha/h	0,8		4000	
Rastrado	Ha/h	0,8		4000	
Marcación	j	1		3375	
Hoyado	j	5,5		18562,5	
Fertilización	j	0,5		1687,5	
Dist. de plantas	j	0,5		1687,5	
Implantación	j	6,25		21093,75	
Evaluación de sobrevivencia	j	0,25		843,75	
Repos. de plantas	j	0,63		2126,25	
Platoneo	j	7,1		23962,5	
Aplicación de pesticidas	j	0,25		843,75	
Limpiezas	j	6		20250	
Const. camino-cortafuego	h	0,36		3600	
Plantones	u		2750	412500	
Fertilizantes	K/planta		0,06	22500	
Hilo de nylon	K		3	5304	
Pesticidas	K/ha		2	240	582014
MANTENIMIENTO					
Limpiezas	j	6		20250	20250
Evaluación de sobrevivencia	j	0,25		843,75	
Plantones (10%)			250	37500	
Repos. de plantas	j	0,63		2126,25	
Elimin. de rebrotes	j	5,6		18900	
Pesticidas	j	0,25		843,75	60213,75
MANEJO					
Primer aclareo	m3		0	0	
Segundo aclareo	m3		0	0	
Tercer aclareo	m3		0	0	
Cuarto aclareo	m3		0	0	
Monitoreo	j	0,25		843,75	844
PROTECCIÓN					
Vigilancia	j	0,1		337,5	
Preven y control plag y enfer.	j	0,25		843,75	
Mant. de cortafuegos	h	0,06		600	1781,25
INSUMOS, MATERIALES					
HERRAMIENTAS, EQUIPOS*					
Equipo y herramientas	Bs		1894146		
Papería y equipo de oficina	Bs		1820000		
Vehículos	Bs		8000000		
Comb, lubric, mant y repuestos	Bs		20391800		
Equipo de medición forestal	Bs		342388		
Equipo para control de incendios	Bs		500000		32948334

* = Se tiene que considerar las depreciaciones y vida útil de herramientas y equipos.

Anexo 10. Determinación de los costos de aclareo para una plantación de teca.

Concepto	Descripción	Bs/arb	Arb/día	Bs/m3
Personal				
Supervisor	(Viát. Bs5000/día + Combust. Bs1818/día /200arb/día)			149,14
Técnico de campo	Viatic. Bs5000/día=Bs9602,27/200arb/día*5arb/m3 (Bs202500/mes/22días hábiles=9204,54Bs/día 9204,54/200arb/día*5arb/m3=230Bs/m3)			230
Sub total				379,14
Inventario				
Previo al aclareo				
Estab. de línea base, transec. medic., regis. dap y alt.	(Rend. 8 ha/día / 6 jornales) (1,3 ha /jornal * Bs3375 / jornal)	3375	200	16,88
Planificación del aclareo				
Establecimiento- cuadrículas	(1 ha /día * Bs 3375 /jornal)	3375	200	16,88
Invent. selec, marcar árboles	(1,2 ha /jornal * Bs 3375 /jornal)	3375	200	16,88
Pintura y brochas	(0,5 L/ha *Bs605,5/L) + (1 brocha/Bs1000/30 ha)	336,05	200	1,68
Sub total		7086,05		35,43
Costo de madera				
Impuestos a Seforven				923
Gastos Administrativos	(Personal, trámites,papel, vehiculo y combustible)			348,35
Tala y Desrame		Bs/arb	Arb/m3	Bs/m3
Motosierrista	(Bs 65 * arb)	65	5	325
Combustible	(0,02L/arb*Bs50/l)	1	5	5
Lubricante	(0,02L/arb * Bs700/L)	14	5	70
Sub total		80		400
Arrastre al Patio				
Alquiler de tractor	(Bs 120 /arb * 200 arb/día)	120	5	600
Pago por producción	(Bs 8 /arb)	8	5	40
Ayudante	(Bs3375/día)	16,88	5	84,4
Sub total		144,88		724,4
Medición, troceo, selección y apilado				
Capataz	(Bs 5000 /día / 200 arb/día)	25	5	125
Motosierrista	(Bs 55 /arb)	55	5	275
Obreros	(Bs 3375/persona/día * 5 personas / 200 arb/día)	84,38	5	421,9
Combustible	(4 L /día * Bs 50 /L / 200 arb/día)	1	5	5
Lubricante	(4 L /día * Bs 700 /L / 200 arb/día)	14	5	70
Sub total		179,38		896,9
Cubicación e Inventario				
Despachador	(Bs 5000/día)	25	5	125
Obreros	(Bs3375/día/persona *2 persona/día)	33,75	5	168,75
Pintura	(Bs 10900 /18 L / 100 m3)	21,8	5	109
Brochas	(Bs 1100 /brocha * 2 brochas / 300 m3)	1,47	5	7,35
Sub total		57,02		410,10
Total (Bs/m3)				4134
Imprevisos (10%)				413,42
Gran total (Bs/m3)				4547,61

Anexo 11 a. Costo de madera para aclareo en pie e impuestos de Seforven por tipo de producto.

Producto	Costo de la madera de aclareo en pie Bs/m3	Impuestos Seforven Gaceta 36003 Bs	Impuestos Seforven Transformados* Bs/m3
Aserrió	3600	1350	1350
Carpintería	3000		666,67**
Vigas	1468,9	27	378
Varas	3333,33	27	864
Estantillos	589,97	27	783
Parales	1324	27	1782

* Se estimó volumen por tipo de producto y se transformaron los impuestos por m3.

** Estimado, no aparece registrado en la gaceta oficial 36003

Anexo 11 b. Impuestos por el aprovechamiento de la madera de teca

Primer aclareo			
Grupo	Volumen Total m3/ha	Impuesto Total Bs/ha	Impuesto Promedio Bs/m3
III	119,0	84 675	711,56
IV	45,2	30 949	684,71
V	25,6	17 585	686,91
VI	34,7	23 725	683,73
VII	12,3	8 852	719,71
VIII	4,3	3 250	755,87
IX	21,0	14 310	681,43
X	68,1	41 143	604,16
XI	45,6	28 175	617,88
Segundo aclareo			
V	59,1	45 104	763,18
VI	63,4	43 382	684,25
VII	48,3	32 494	672,76
VIII	14,5	9 707	669,43
IX	44,0	23 306	529,69
Tercer aclareo			
VII	47,2	33 475	709,22
VIII	34,6	25 214	728,73
Cuarto aclareo			
VIII	64,6	53 022	820,77

Anexo 11 c. Ejemplo de cálculo de costo total y promedio para el propietario
que realiza los aclareos.

Grupo	Volumen m3/ha	Valor en pie Bs/ha	Valor Promedio Bs/m3
VII	47,2	46825,91	992,07
VIII	34,6	33838,67	978

Anexo 12 a . Valor de los productos en el patio de la plantación para el tercer aclareo.

Producto	Bs/m3
Aserrió	45000
Carpintería	15000
Vigas	31073
Varas	42948
Estantillos	6489
Parales	13245

GRUPOS	Tipos de Productos	Categorías diamétricas (cm)								
		10			15			20		
		m3/ha	%	Total	m3/ha	%	Total	m3/ha	%	Total
VII										
				20,7				23,2		
	Aserrió			0		0		0,20		208800
	Carpintería			0,15		46575		0,20		69600
	Vigas			0,25		160803		0,15		108134,0
	Varas			0,3		266707		0,15		149459,0
	Estantillos			0,1		13432		0,10		15054,5
	Parales			0,05		13709		0,05		15364,2
Total						501226				566412
VIII		3,7			17,4			10,2		
	Aserrió		0	0		0		0,20		91800
	Carpintería		0,08	4440		0,15	39150		0,20	30600
	Vigas		0,15	17246		0,25	135168		0,15	47541,7
	Varas		0,13	20658		0,3	224189		0,15	65710,4
	Estantillos		0,34	8163,2		0,1	11291		0,10	6618,8
	Parales		0,15	7351		0,05	11523		0,05	6755,0
Total				57858			421320			249026

Continuación anexo 12 a

			Gran
			Total
m3/ha	%	Total	Total
3,3			47,2
	0,40	59400	
	0,20	9900	
	0,10	10254,1	
	0,10	14172,8	
	0,05	1070,7	
	0,05	2185,4	
		96983	Ingreso total(Bs/ha) 1164620
			Promedio Bs/m3 24674,16
4,2			34,6
	0,40	75600	
	0,20	12600	
	0,10	13050,7	
	0,10	18038,2	
	0,05	1362,7	
	0,05	2781,5	
		123433	Ingreso total(Bs/ha) 851637
			Promedio Bs/m3 24613,77

Anexo 12 b . Ingreso total y promedio para el propietario que realiza los aclareos.

Grupo	Volumen Total m3/ha	Ingreso Total Bs/ha	Ingreso Promedio Bs/m3
VII	47,2	1164620,46	24674,16
VIII	34,6	851636,58	24613,77

Anexo 13 a. Valor en pie de la madera de aclareo capitalizado al año 21 (Escenario 1)

Primer aclareo

Grupo	a	b	b-c	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Valor de la Madera Capitalizado Año 21
	Valor Bs/ha	Gas. Adm* Bs/ha	Ingresos - Costos					
III	243432,01	13690,95	229741,06	1,1831	21	20	1	271806,65
IV	81127,99	5200,26	75927,73	1,1831	21	8	13	675583,95
V	41607,70	2945,28	38662,42	1,1831	21	5	16	569681,75
VI	59476,32	3992,24	55484,08	1,1831	21	8	13	493682,00
VII	18046,47	1415,12	16631,35	1,1831	21	5	16	245059,07
VIII	5559,61	494,72	5064,89	1,1831	21	3	18	104461,49
IX	34685,94	2416,05	32269,89	1,1831	21	5	16	475489,31
X	121949,6	7834,91	114114,71	1,1831	21	17	4	223577,17
XI	75520,27	5246,28	70273,99	1,1831	21	15	6	192718,47

Segundo aclareo

Grupo	Valor Bs/ha	Gas. Adm* Bs/ha	Ingresos - Costos	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
V	129981,6	6799,46	123182,18	1,1831	21	15	6	337813,20
VI	124986,6	7294,17	117692,39	1,1831	21	15	6	322758,07
VII	93300,47	5556,92	87743,55	1,1831	21	9	12	659891,68
VIII	24788,00	1668,23	23119,77	1,1831	21	5	16	340664,42
IX	70560,94	5062,20	65498,74	1,1831	21	16	5	151823,93

Tercer aclareo

Grupo	Valor Bs/ha	Gas. Adm* Bs/ha	Ingresos - Costos	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
VII	99082,17	5430,36	93651,81	1,1831	21	13	8	359490,82
VIII	71658,06	3980,73	67677,33	1,1831	21	14	7	219580,31

Cuarto aclareo

Grupo	Valor Bs/m3	Gas. Adm* Bs/ha	Ingresos - Costos	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
VIII	150884,5	7432,23	143452,24	1,1831	21	20	1	169718,35

El costo del supervisor se carga como el costo del aclareo para el propietario de la plantación.

Fórmula

$$V_f = V_i (1+i)^n$$

Nota : La columna donde aparece el valor de la tasa de interés ya esta sumada (1+ i).
(= 1 + 0,1831 =1,1831)

Anexo 13 b. Ingresos totales que recibe el propietario de la plantación por la venta de la madera en pie para el aclareo y el aprovechamiento del vuelo principal.

Grupo	Número de Aclareo	Año de Aclareo	Ingreso Neto Capitalizado * Bs/ha	Valor Total Neto Aclareo Bs/ha	Valor Vuelo Principal Bs/ha	Total Bs/ha	Opciones del Contratista
I					643864,00	643864,00	4
II					598436,00	598436,00	6
III	1°	20	271806,65	271806,65	857153,00	1128959,65	1
IV	1°	8	675583,95	675583,95	659353,00	1334936,95	2
V	1°	5	569681,75				
	2°	15	337813,20	907494,95	505236,00	1412730,95	7
VI	1°	8	493682,00				
	2°	15	322758,07	816440,07	572738,00	1389178,07	3
VII	1°	5	245059,07				
	2°	9	659891,68				
	3°	13	359490,82	1284441,57	434839,00	1699280,57	8
VIII	1°	3	104461,49				
	2°	5	340664,42				
	3°	14	219580,31				
	4°	20	169718,35	834424,57	517003,00	1351427,57	5
IX	1°	5	475489,31				
	2°	16	151823,93	627313,24	488483,00	1115796,24	9
X	1°	17	223577,17	223577,17	480850,00	704427,17	11
XI	1°	15	192718,47	192718,47	521141,00	713859,47	10

* = Capitalizados al año 21

Anexo 14 a. Valor capitalizado (año 21) de la madera en pie cuando el propietario realiza los aclareos de teca.

Primer aclareo

Grupo	b Valor Bs/ha	c Cos. Acla Bs/ha	b-c Ingreso - Costos	(b-c)*0,50 Valor de Madera en Pie	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Valor de la Madera Capitalizado Año 21
III	2867148,9	513488,57	2353660,30	1176830,15	1,1831	21	20	1	1392307,75
IV	987190,23	193704,60	793485,63	396742,82	1,1831	21	8	13	3530107,88
V	512665,78	109770,75	402895,03	201447,52	1,1831	21	5	16	2968282,18
VI	727589,19	148669,37	578919,82	289459,91	1,1831	21	8	13	2575534,25
VII	220640,34	53185,20	167455,14	83727,57	1,1831	21	5	16	1233706,23
VIII	67239,96	18764,21	48475,75	24237,88	1,1831	21	3	18	499897,22
IX	427869,76	89919,69	337950,07	168975,04	1,1831	21	5	16	2489807,75
X	1456103,3	285808,21	1170295,1	585147,56	1,1831	21	17	4	1146439,70
XI	877113,38	192066,29	685047,09	342523,55	1,1831	21	15	6	939332,08

Segundo aclareo

Grupo	Valor Bs/ha	Cost Acla Bs/ha	Diferencia	Valor de Madera en Pie	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
V	1498036,4	258373,97	1239662,45	619831,23	1,1831	21	15	6	1699817,03
VI	1445567,00	271668,37	1173898,63	586949,32	1,1831	21	15	6	1609642,11
VII	1126697,1	206354,51	920342,60	460171,30	1,1831	21	9	12	3460803,82
VIII	306501,78	61896,01	244605,77	122302,89	1,1831	21	5	16	1802104,50
IX	801422,20	181058,68	620363,52	310181,76	1,1831	21	16	5	718991,12

Tercer aclareo

Grupo	Valor Bs/ha	Cost Acla Bs/ha	Diferencia	Valor de Madera en Pie	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
VII	1164620,5	203548,11	961072,35	480536,18	1,1831	21	13	8	1844580,96
VIII	851636,58	149953,63	701682,95	350841,48	1,1831	21	14	7	1138311,46

Cuarto aclareo

Grupo	Valor Bs/m3	Cos Aclar Bs/ha	Diferencia	Valor de Madera en Pie	Tasa (1+i)	Año de Capitaliz.	Año aclareo	n	Ingreso Capitalizado
VIII	1698541,6	286511,34	1412030,2	706015,12	1,1831	21	20	1	835286,49

Fórmula

$$V_f = V_i (1+i)^n$$

Nota : La columna donde aparece el valor de la tasa de interés ya esta sumada. (1 + i)
(= 1 + 0,1831 = 1,1831)

Anexo 14 b. Valor de la madera en pie cuando el propietario realizara las operaciones de aclareos y aprovechamiento del vuelo principal

Grupo	Número de Aclareo	Año de Aclareo	Valor Neto Capitalizado Bs/ha	Valor Tot. Neto Aclareo Bs/ha	Valor Vuelo Principal Bs/ha	Total Bs/ha	Opciones del Propietario
I					3063157,61	3063157,61	10
II					2859640,17	2859640,17	11
III	1°	20	1392307,75	1392307,75	4056040,87	5448348,62	7
IV	1°	8	3530107,88	3530107,88	3142603,09	6672710,97	5
V	1°	5	2968282,18				
	2°	15	1699817,03	4668099,21	2402019,98	7070119,19	2
VI	1°	8	2575534,25				
	2°	15	1609642,11	4185176,36	2732216,24	6917392,6	3
VII	1°	5	1233706,23				
	2°	9	3460803,82				
	3°	13	1844580,96	6539091,01	2054745,87	8593836,88	1
VIII	1°	3	499897,22				
	2°	5	1802104,50				
	3°	14	1138311,46				
	4°	20	835286,49	4275599,67	2456299,72	6731899,39	4
IX	1°	5	2489807,75				
	2°	16	718991,12	3208798,87	2284777,69	5493576,56	6
X	1°	17	1146439,7	1146439,7	2297199,21	3443638,91	8
XI	1°	15	939332,08	939332,08	2497510,58	3436842,66	9

Para el vuelo principal se estimó como mínimo valor, el mismo que para los productos aclareos puesto en patio.

Anexo 15. Valor del vuelo principal de teca a los 21 años de edad.

	a	b	c	b-c	(b-c)*0,50
Grupo	Volumen Total	Valor	Costo Tala	Ingreso -	Valor de Madera
	m3 / ha	Bs/ha	Bs/ha	Costos (Bs/ha)	en Pie (Bs/ha)
I	294,4	7419794	1293478,78	6126315,22	3063157,61
II	278,3	6934981	1215700,67	5719280,33	2859640,17
III	347,9	9673530	1561448,26	8112081,74	4056040,87
IV	268,6	7489853	1204646,83	6285206,17	3142603,09
V	199,5	5705363	901323,04	4804039,96	2402019,98
VI	223,9	6478948	1014515,53	5464432,47	2732216,24
VII	172,7	4888405	778913,27	4109491,73	2054745,87
VIII	203,1	5831304	918704,57	4912599,43	2456299,72
IX	196,5	5532034	962478,62	4569555,38	2284777,69
X	194,3	5467740	873341,58	4594398,42	2297199,21
XI	200,9	5908636	913614,85	4995021,15	2497510,58

Anexo 16 . Costos e ingresos actualizados para una plantación de teca.

Superficie (ha)	300	Miles Bs/ha		Miles Bs/ha							
Ingeniería del Proyecto		1000		Primer aclareo	53,18520		Monitoreo				
Establecimiento		399,80		Segundo aclareo	206,35451		Protección				
Limpiezas		20,25		Tercer aclareo	203,54811		Personal Tec.				
Reposición plantas, otras		39,1875		Cuarto aclareo							
				Vuelo Principal	778,91327						
Costos totales por año (en miles de Bolivares (477 Bs = 1 \$USA)) .											
Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Ingeniería del Proyecto	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Establecimiento	119939,325	17831,25	6075								
Manejo	253	253	253	253	253	16209	253	253	253	62159	
Protección	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	
Equipos, herram.y otros	2168,375	2218,375	2168,375	2168,375	2168,375	1830,095	2218,375	2218,375	2218,375	2218,375	
Personal	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	2851,975	
Sub total	125793	23735	11928	5853	5853	21471	5903	5903	5903	67810	
Imprevistos (5%)	6290	1187	596	293	293	1074	295	295	295	3390	
Total	132082	24921	12525	6146	6146	22544	6198	6198	6198	71200	

Costos actualiz. año 0

185.691 Pts

	Bs/ha	Bs/ha
Ingresos primer aclareo	220,64034	Ingresos cuarto aclareo
Ingresos segundo aclareo	1126,6971	Ingreso vuelo principal
Ingresos tercer aclareo	1164,6205	4888,405

Concepto	Ingresos totales por año (en miles de Bolivares)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Aclareos						66192,102				338009,13
Vuelo Principal										
TOTAL	0	0	0	0	0	66192,102	0	0	0	338009,13

Ingresos actualiz. año 0

156.528,15 Pts

Relación B/C	0,8
VAN	-29.163 Pts
TIR	16,2%
Flujo de caja neto	-132082
	-24921
	-12525
	-6146
	-6146
	43648
	-6198
	-6198
	-6198
	266809

Continuación anexo 16

Miles Bs/ha			Miles Bs/ha								
0,84375	<u>Equipos, otros</u>	(Año 1)	2168,375								
1,78125		(Año 2 al 4)	2218,375								
2851,975		(Año 5 al 10)	1830,095								
		(Año 11 al 21)	1801,916								

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
253	253	253	61318	253	253	253	253	253	253	253	233927
534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4	534,4
2218,375	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095	1830,095
2851,975	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916	1801,916
5903	4465	4465	65529	4465	4465	4465	4465	4465	4465	4465	238139
295	223	223	3276	223	223	223	223	223	223	223	11907
6198	4688	4688	68806	4688	4688	4688	4688	4688	4688	4688	250046

www.bdigital.ula.ve

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
			349386,15								1466521,5
0	0	0	349386,15	0	0	0	0	0	0	0	1466521,5

-6198	-4688	-4688	280580	-4688	-4688	-4688	-4688	-4688	-4688	-4688	1216476
-------	-------	-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	---------

Anexo 17. Glosario de términos utilizados en el trabajo.

Aclareo: Corta intermedia que se realiza en una plantación forestal, con la finalidad de concentrar la producción en los árboles más valiosos, brindándoles las mejores condiciones para su óptimo desarrollo.

Altura total: Distancia vertical que existe entre el nivel del suelo y la cima del árbol. Se expresa en metros.

Categoría diamétrica: Rango entre dos diámetros, dentro del que se presenta una variable, atributo o característica (número de árboles /ha, área basal /ha, volumen /ha). Ej. En la categoría diamétrica de 20 a 25 cm existen 50 arb/ha.

Densidad de la masa forestal: Número de árboles por unidad de superficie. Se expresa en arb /ha.

Densidad inicial de la masa forestal: Número de árboles que inicialmente son llevados al campo al momento de establecer la plantación forestal. Se expresa en arb /ha.

Densidad final de masa forestal: Número de árboles que se encuentran en la plantación en la actualidad. Se expresa en arb/ha.

Diámetro del árbol medio (dam): Diámetro que corresponde al área basal promedio de una categoría diamétrica o de la masa total. Esta determinado por el área basal y el número de árboles que existen en un determinado momento.

Especificación diamétrica: Un diámetro (a la altura del pecho) específico, a partir del cual se presenta una variable, atributo, característica (número de arb /ha, área basal /ha, volumen /ha). Por ejemplo el número de árbs/ha para la especificación diamétrica de 20 cm es 150. Esto indica que existen 150 arb/ha que tienen un diámetro mínimo de 20 cm, se incluyen todos los árboles que existan por encima de 20 cm.

Frecuencia de aclareo: Representa la periodicidad con que se realizan los aclareos en la plantación.

Intensidad de aclareo: Grado de manipulación de la competencia en una plantación forestal. Se puede determinar por el número de árboles que se extraen al momento del aclareo. También se usa el área basal (m^2/ha) extraída, como una forma de determinar la intensidad.

Parcelas permanentes de aclareo rendimiento: Son aquellas parcelas seleccionadas o no mediante un diseño estadístico (también pueden ser seleccionadas en forma opinática), con el objetivo de obtener datos e información sobre la respuesta de la masa forestal a

determinados tratamientos silviculturales (ej: número e intensidad de aclareos). Se realizan mediciones continuas en el tiempo (puede ser anual, bianual, trianual, etc).

Régimen de espesura: Consiste en la serie de especificaciones que determinan la densidad durante el turno, partiendo del espaciamiento inicial, más la cantidad, intensidad y frecuencia de los aclareos que se aplican en la plantación forestal. Se trata de manipular la competencia para buscar una combinación de especiamento inicial y aclareos que brinden determinados productos al momento de la cosecha.

Vuelo eliminado (VE): Masa forestal extraída durante el aclareo.

Vuelo original (VO): Masa forestal en pie antes del aclareo.

Vuelo principal (VP) : Masa forestal que queda en pie después del aclareo. Se puede determinar como: $VP = VO - VE$

Volumen total de la plantación: Esta determinado por el volumen bruto de madera que se obtiene de los aclareos más el volumen bruto de la masa principal de los árboles en un momento determinado. Se expresa en m^3/ha .

Volumen de la masa principal: Es el volumen bruto de los árboles que se encuentran en pie al momento de determinar su aprovechamiento. Se expresa en m^3/ha .

Volumen del aclareo: Se refiere al volumen bruto de madera que se obtiene como producto de la extracción de los árboles en los aclareos de la plantación. Se expresa en m^3/ha .

Costos de establecimiento: Se refiere al costo en el cual se incurrió al momento de establecer la plantación. Se expresa en Bs/ha.

Costos de mantenimiento: Se refieren a los costos incurridos para la limpieza de la plantación entre el año uno y tres. Se expresa en Bs/ha.

Costos de aclareo: Esta determinado por los costos en que se incurre para realizar el aclareo. Se expresa en Bs/ha o en Bs/m^3 .

Ingresos por aclareo: Representa los ingresos que se obtienen al vender los productos extraídos en el aclareo. Se expresa en Bs/ha o Bs/m^3 .

Valor de la madera en pie: Representa el valor de la masa en pie en un momento determinado. Se expresa en Bs/ha o Bs/m^3 .

www.bdigital.ula.ve

Atribución - No Comercial - Compartir Igual 3.0 Venezuela
(CC BY - NC - SA 3.0 VE)