

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS**

**EVALUACION INICIAL DEL EFECTO DE TRES
INTENSIDADES DE RALEO Y TRES DE PODA
EN EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACION
DE *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis,
LIVINGSTON, IZABAL**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TESIS

POR

MARIO RENE ALFARO ARGUETA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, mayo de 1999.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Juan José Castillo Mont
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. William Roberto Escobar López
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Alejandro A. Hernández Figueroa
VOCAL CUARTO:	Br. Oscar Javier Guevara Pineda
VOCAL QUINTO:	Br. José Domingo Mendoza C.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Guillermo Edilberto Méndez Beteta

Guatemala, Mayo de 1999.

Señores Miembros:
Junta Directiva,
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Guatemala.

Distinguidos miembros:

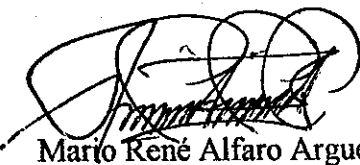
De acuerdo con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos, tengo el honor de someter a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**EVALUACION INICIAL DEL EFECTO DE
TRES INTENSIDADES DE RALEO Y TRES DE PODA
EN EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACION DE
Pinus caribaea Morelet var. hondurensis
LIVINGSTON, IZABAL**

Presentado como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

En espera de su aprobación quedo de ustedes,

ATENTAMENTE.



Marto René Alfaro Argueta

ACTO QUE DEDICO

A:

JESUCRISTO:

Por enseñarme el camino de la vida y haber muerto por mi.

MIS PADRES:

Carlos Andrés Alfaro López y Ana Elena Argueta de Alfaro. Porque a pesar de todo aún confiaron en mí, sea este acto un humilde presente a vuestros esfuerzos, LOS AMO.

MI HIJO:

José Juan, (Q.E.P.D.). Fuiste nuestra ilusión, y ahora que has partido a la diestra del Señor, el frío de tu ausencia me consume lentamente. POR SIEMPRE TE AMO.

MI ESPOSA

Lubia A. Torres R. Con Amor Eterno.

MI HIJO (A)

Esperamos tenerte en nuestro hogar pronto.

LUCY:

Por todo cuanto hemos compartido, TE EXTRAÑARE.

MIS HERMANOS:

Mirna Liseth, Carlos Efraín, Patricia Noemí, Jorge Danilo, Edgar Roberto y Luis Rodolfo, Alfaro Argueta. Gracias por todo su apoyo.

MI HERMANITA:

Leticia Noemy Alfaro Argueta. Flores sobre su tumba.

MIS SOBRINOS:

Ana Gabriela, Elena Patricia, Carlos Estuardo y Juan Luis, Alfaro. Ana María, María Beatriz y Augusto René, Cardona Alfaro. Jorge Alejandro Alfaro Deutschmann. Andrea Alejandra y Roberto Andrés Alfaro Ríos. Con amor imperecedero.

MIS CUÑADOS (AS):

Marco Augusto, Cardona Castillo; Sandra Fabiola Deutschmann de Alfaro; Sindy Ríos de Alfaro; Claudia Carola Palacios de Alfaro; Adolfo, Odilia, Tulio, Estela, Maria, Luis, Ofelia, Leonel, Lesbia, Elvir y Marleny Torres. Con cariño fraternal.

MIS ABUELOS:

Isidra López Valiente y Santiago Alfaro Argueta (Q.E.P.D).
Juana Solórzano García y Efraín Argueta (Q.E.P.D.).
Teresa López Valiente (Q.E.P.D.).

MIS TIOS Y TIAS:

Con mucho cariño.

MI TIO:

Joaquín Solórzano (Q.E.P.D).

LA FAMILIA:

Argueta Herrera (Q.E.P.D.), nunca los olvidare.

LAS FAMILIAS:

Hernández Herrera, Martínez Félix, Cáceres Paz, Escobar Herrera, Herrera Alfaro, Beltrán López, Argueta Díaz, Calderón Portillo, Portillo Folgar y Torres Reyes.

MI AMIGA:

Elsa Lucrecia Rivas Gramajo (Q.E.P.D.).

TODOS MIS AMIGOS:

Por su amistad incondicional.

MI COMPADRE:

Fredy Montejo, (Q.E.P.D).

LOS JINETES DE RODEO:

En especial a: René Mauricio Viana Ruano (Q.E.P.D.), Lic. Estuardo Cáceres Paz (Q.E.P.D.) y Flavio Javier Calderón Portillo.

LOS EQUIPOS DE RODEO:

Facultad de Agronomía, Escuela de Zootecnia, Departamento de Deportes de la USAC, tienda Maribel (Gualán, Zacapa) e INAGAPSA, en especial a: Capitán Ernesto Montoya (Q.E.P.D) y Juan José Chacón.

TESIS QUE DEDICO

A:

Guatemala

Huehuetenango, mi tierra natal

Los municipios de Cuilco y Santa Ana Huista, Huehuetenango y Cunén, El Quiché.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Carrera de Recursos Naturales Renovables

Mis compañeros de promoción

El sub-sector Forestal de Guatemala

Los campesinos de mi país.

AGRADECIMIENTOS

A: Mis asesores de Tesis: Ing. Agr. MSc. Luis Ortiz (Q.E.P.D.), sea este trabajo un homenaje póstumo a su memoria. Ing. Agr. MSc. Edwin Cano Morales, por su apoyo y aportes al mejoramiento del presente trabajo.

Empresa Reforestadora Industrial Sociedad Anónima (REFINSA), en especial a los Ing. Manuel Del Valle y Carlos Rosales, por todo el apoyo brindado durante la ejecución de la presente investigación.

Personal Técnico y de Campo de la Finca Toquelá, especialmente a Ronaldo y Adonirán Hernández y Manuel Gálvez Leiva, por todo el apoyo recibido durante la ejecución del trabajo de campo. Muchas gracias.

Don Juan Ventura (Don Juanito), por su tolerancia y apoyo brindado durante cada viaje al área de trabajo.

Ing. Guillermo Alejandro Ruano Chamalé, porque el producto de este trabajo también es parte de tu esfuerzo, compañero inseparable en la fase de campo.

José Ricardo Gálvez, Ing. Julio Tzirín, Marco Tulio Guerra e Ing. Ricardo Yup, por el apoyo recibido en la ejecución de la fase de campo.

El proyecto Madeña-3, especialmente a: Ing. Rolando Zanoiti y Ph.D. Glenn Galloway, por el apoyo brindado a la realización de la presente investigación.

Dr. Carlos Efraín Alfaro Argueta, querido hermano nunca tendre farma alguna de pagarte todo el esfuerzo y entrega que hacia mi y mi familia has tenido, Que Dios Te Bendiga.

PAGINAS DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
- INDICE DE CUADROS.....	xii
- INDICE DE FIGURAS.....	xiv
- RESUMEN.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	2
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
4. MARCO TEORICO.....	4
4.1 Marco conceptual.....	4
4.1.1 Definición y propósito del raleo.....	4
4.1.1.1 Desarrollo natural del rodal.....	4
4.1.1.2 Definición de raleos.....	4
4.1.1.3 Propósito de los raleos.....	5
4.1.1.4 Introducción al concepto espacio para crecer.....	5
4.1.1.5 Composición y desarrollo de las plantaciones.....	5
4.1.1.6 Tipos de raleo.....	6
a) Raleo por lo bajo.....	6
b) Raleo por lo alto.....	6
c) Raleo de selección.....	6
d) Raleo mixto.....	6
e) Raleo mecánico.....	6
f) Raleo libre.....	7
g) Raleo natural.....	7
4.1.1.7 Principios biológicos del raleo.....	7
4.1.1.8 Efecto del raleo sobre el crecimiento del rodal.....	9
4.1.1.9 Mejor uso de la productividad del sitio a través del raleo.....	9
4.1.2 Intensidad de corta.....	10
4.1.2.1 Indices de competencia.....	10
a) Número de árboles por hectárea.....	11
b) Volumen por unidad de área.....	11
c) Area basal por hectárea.....	11
d) Amplitud de los anillos de crecimiento anual.....	11
e) Índice de densidad de rodal (IDR).....	11
f) Índice de espaciamiento relativo (IER - S%-).....	11
4.1.3 Definición y propósitos de la poda.....	12
4.1.3.1 Nudos y producción de madera limpia.....	12
a) Corte de las ramas.....	13
b) Cicatrización del corte.....	13
c) Producción de madera limpia.....	14
4.1.3.2 Algunos efectos de la poda en los árboles.....	14
a) Reducción del crecimiento.....	14
b) Peligro de perder dominancia.....	15
c) Pudrición de la madera.....	15
4.1.3.3 Criterio de selección (características de los árboles).....	15
4.1.3.4 Epoca de la poda.....	16

4.1.3.5 La Poda hasta una altura fija (PAF) versus la poda a alturas variables (PAV).....	16
4.1.3.6 Consideraciones económicas.....	16
4.1.3.7 Operaciones de poda.....	17
4.1.4 Crecimiento y rendimiento.....	17
a) Método del incremento absoluto.....	17
b) Método del incremento porcentual.....	18
c) Método de paso de una categoría diamétrica a otra.....	18
4.1.4.1 Crecimiento de árboles individuales.....	18
4.1.4.2 Crecimiento de masas forestales.....	18
4.1.4.3 Métodos de estudio de crecimiento y rendimiento.....	19
4.1.4.4 Factor de forma y de corteza.....	19
a) Factor de forma.....	19
b) Factor de corteza.....	20
4.1.4.5 Análisis del fuste.....	20
4.1.4.5.1 Medición de anillos de crecimiento.....	21
4.2 Marco referencial.....	21
4.2.1 Aspectos generales del Pino Caribe.....	21
4.2.1.1 Descripción de la especie.....	21
4.2.1.2 Distribución natural.....	22
4.2.1.3 Factores limitantes.....	23
4.2.1.4 Mejores procedencias.....	23
4.2.1.5 Usos de la madera.....	23
4.2.1.6 Características de la madera.....	24
4.2.1.7 Propiedades físicas.....	24
4.2.1.8 Propiedades mecánicas.....	24
4.2.1.9 Trabajabilidad.....	24
4.2.1.10 Durabilidad.....	24
4.2.1.11 Secado.....	24
4.2.1.12 Preservado.....	24
4.2.1.13 Clasificación botánica.....	25
4.2.2 Localización.....	25
4.2.3 Vías de acceso a los terrenos de la finca.....	25
4.2.4 Condiciones climáticas.....	25
4.2.5 Relieve.....	26
4.2.6 Suelos.....	26
4.2.7 Hidrología.....	26
4.2.8 Susceptibilidad a la erosión.....	26
5. OBJETIVOS.....	30
6. HIPOTESIS.....	31
7. METODOLOGIA.....	32
7.1 Definición del marco de estudio.....	32
7.1.1 Manejo de la plantación.....	32
7.2 Tamaño y forma de la parcela.....	32
7.2.1 Tamaño de la parcela.....	32

7.2.2 Forma de la parcela.....	36
7.3 Determinación del número de parcelas.....	36
7.4 Distribución de las parcelas.....	36
7.5 Frecuencia y época de las mediciones.....	36
7.6 Diseño de tratamientos a evaluar.....	37
7.6.1 Raleos.....	37
7.6.2 Poda.....	37
7.7 Diseño experimental.....	37
7.7.1 Asignación de los tratamientos a las unidades experimentales.....	37
7.7.2 Modelo estadístico.....	38
7.7.3 Variables respuesta.....	38
7.8 Delimitación y trazo de los bloques y parcelas.....	38
7.9 Marcación de los árboles para raleo.....	38
7.10 Mediciones antes del raleo.....	38
7.10.1 Determinación de la altura.....	38
7.10.2 Determinación del área basal.....	39
7.10.3 Determinación de la intensidad de raleo por medio del índice de Hart.....	39
7.10.4 Determinación de la intensidad de poda.....	39
7.10.5 Procesamiento y análisis de la información.....	39
7.10.6 Análisis fustal.....	40
7.10.7 Determinación de los factores del medio físico.....	41
7.10.8 Determinación de la calidad de sitio.....	41
8. RESULTADOS Y DISCUSION.....	42
8.1 Situación de las parcelas antes, de la aplicación de los tratamientos.....	42
8.2 Determinación de la intensidad de raleo por medio del índice Hart – Becking.....	44
8.3 Análisis de los resultados provenientes de las mediciones posteriores a la aplicación de los tratamientos.....	44
8.3.1 Análisis de los resultados de campo para la variable DAP promedio, obtenidos durante las cuatro mediciones.....	44
8.3.2 Análisis de los resultados de campo para la variable altura promedio, correspondientes a las cuatro mediciones.....	46
8.3.3 Análisis de los resultados de campo para la variable área basal m ² /árbol, correspondiente a las cuatro mediciones.....	49
8.3.4 Análisis de los resultados de campo correspondientes a volumen m ³ /árbol, durante las cuatro mediciones.....	51
8.4 Análisis fustal.....	53
8.4.1 Determinación del factor de forma.....	53
8.4.2 Factor de corteza.....	53
8.4.3 Construcción de las gráficas de crecimiento.....	54
8.5 Determinación de los factores del medio físico.....	57
8.6 Calidad de sitio.....	58
8.6.1 Construcción de la familia de curvas.....	62
8.6.2 Validación del modelo.....	63

9. CONCLUSIONES.....	65
10. RECOMENDACIONES.....	66
11. BIBLIOGRAFIA.....	67
12. APENDICE.....	69

INDICE DE CUADROS

En El Texto

Cuadro No.	Página
1. Crecimiento en altura, diámetro y volumen a lo largo de la vida del árbol.....	18
2. Subdivisión de <u>Pinus caribaea</u> (Morelet) en variedades, según Barret y Golfari (1962).....	21
3. Estadísticos de la agrupación de los datos del ensayo en blanco.....	33
4. Area y número de árboles por unidad experimental.....	36
5. Combinación de tratamientos evaluados.....	37
6. Asignación de los tratamientos a las unidades experimentales.....	37
7. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque I.....	42
8. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque II.....	43
9. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque III.....	43
10. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque IV.....	43
11. Arboles raleados y altura de poda según tratamiento.....	44
12. Medias generales de tratamientos para DAP.....	45
13. Resumen del ANDEVA para DAP.....	45
14. Resumen de la prueba de Tukey para DAP.....	46
15. Resumen del ANCOVA, para DAP.....	46
16. Medias generales de tratamientos para altura.....	47
17. Resumen del ANDEVA, para la variable altura.....	47
18. Resumen de la prueba de Tukey en altura para raleos.....	48
19. Resumen de la prueba de Tukey en altura para podas.....	48
20. Resumen del ANCOVA, para la variable altura.....	49
21. Medias generales de área basal (m ² /parcela).....	49
22. Resumen del ANDEVA para área basal.....	50
23. Resumen de la prueba de Tukey para área basal.....	50
24. Resumen del ANCOVA para área basal.....	51
25. Medias generales de volumen.....	51
26. Resumen del ANDEVA para volumen.....	52
27. Resumen de la prueba de Tukey para volumen.....	52
28. Resumen del ANCOVA para volumen.....	53
29. Crecimiento individual según figuras 5 y 6 para los sitios I y II.....	57
30. Resumen de las características del medio edáfico de la finca Toquelá, Livingston, Izabal.....	57

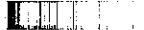
En El Apéndice

31A. Mediciones realizadas en el bloque I, antes de la aplicación de los tratamientos.....	70
32A. Mediciones realizadas en el bloque II, antes de la aplicación de los tratamientos.....	71
33A. Mediciones realizadas en el bloque III, antes de la aplicación de los tratamientos.....	72

34A. Mediciones realizadas en el bloque IV, antes de la aplicación de los tratamientos.....	73
35A. Valores de raleo obtenidos en el bloque I.....	74
36A. Valores de raleo obtenidos en el bloque II.....	74
37A. Datos de raleo obtenidos en el bloque III.....	75
38A. Datos de raleo obtenidos en el bloque IV.....	75
39A. Datos obtenidos en el bloque I, después de la aplicación de los tratamientos.....	76
40A. Datos obtenidos en el bloque II, después de la aplicación de los tratamientos.....	76
41A. Datos obtenidos en el bloque III, después de la aplicación de los tratamientos.....	77
42A. Datos obtenidos en el bloque IV, después de la aplicación de los tratamientos.....	77
43A. Medias de tratamientos para la variable DAP, primera medición.....	78
44A. Medias de tratamientos para la variable altura, primera medición.....	79
45A. Medias de tratamientos para la variable área basal, primera medición.....	80
46A. Medias de tratamientos para la variable volumen, primera medición.....	81
47A. Medias de tratamientos para la variable DAP, segunda medición.....	82
48A. Medias de tratamientos para la variable altura, segunda medición.....	83
49A. Medias de tratamientos para la variable área basal, segunda medición.....	84
50A. Medias de tratamientos para la variable volumen, segunda medición.....	85
51A. Medias de tratamientos para la variable DAP, tercera medición.....	86
52A. Medias de tratamientos para la variable altura, tercera medición.....	87
53A. Medias de tratamientos para la variable área basal, tercera medición.....	88
54A. Medias de tratamientos para la variable volumen, tercera medición.....	89
55A. Medias de tratamientos para la variable DAP, cuarta medición.....	90
56A. Medias de tratamientos para la variable altura, cuarta medición.....	91
57A. Medias de tratamientos para la variable área basal, cuarta medición.....	92
58A. Medias de tratamientos para la variable volumen, cuarta medición.....	93
59A. Determinación de los factores de forma y de corteza.....	100
60A. Cálculos para la construcción de las curvas de crecimiento individual.....	108
61A. Matriz de datos edad-altura para la construcción de curvas de Índice de Sitio.....	112

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización del área de estudio en el mapa de la República de Guatemala.....	27
Figura 2. Mapa base de la Finca Toquelá, Livingston, Izabal.....	28
Figura 3. Relieve de la Finca Toquelá.....	29
Figura 4. Determinación del tamaño óptimo de parcela.....	35
Figura 5. Crecimiento individual de un árbol en el sitio I (Bloque I Sección 2).....	55
Figura 6. Crecimiento individual de un árbol en el sitio II (Bloques II, III y IV Secciones 5, 6 y 7).....	56
Figura 7. Diagrama de dispersión para <i>Pinus caribaea</i> Morelet Var. hondurensis, Livingston, Izabal.....	59
Figura 8. Curva de crecimiento promedio en altura dominante.....	61
Figura 9. Curvas preliminares de Índice de Sitio para <i>Pinus caribaea</i> Morelet var. hondurensis, Livingston, Izabal.....	63



EVALUACION INICIAL DEL EFECTO DE TRES INTENSIDADES DE RALEO Y TRES DE PODA, EN EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTACION DE *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, LIVINGSTON, IZABAL.

INITIAL EVALUATION OF THE EFFECT OF THREE INTENSITY OF THINING AND THREE OF PRUNING, IN THE GROWTH OF A PLANTATION OF *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, LIVINGSTON, IZABAL.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo principal, evaluar el efecto inicial de la aplicación de tres intensidades de raleo y tres de poda en el crecimiento de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, en una plantación con una edad de 6 años.

El experimento se realizó en la finca Toquelá, en las secciones 2,5,6 y 7. Dicha finca se encuentra ubicada en el municipio de Livingston, Izabal, la cual es propiedad de la empresa Reforestadora Industrial Sociedad Anónima (REFINSA).

Las intensidades de raleo fueron aplicadas mediante el Índice de Hart & Beking o Índice de Espaciamento Relativo, siendo estas: S% = Actual (A), 22 y 28; las intensidades de poda evaluadas fueron: Sin Poda (SP), a 1/3 y 1/2 de altura de copa viva. Para este caso se utilizó un diseño en bloques al azar, con arreglo combinatorio (3ⁿ), por lo tanto el ensayo tuvo 9 tratamientos y cuatro repeticiones (bloques).

Se realizaron cuatro mediciones: inmediatamente después de aplicados los tratamientos (0 meses), 4, 8 y 12 meses después de aplicados los tratamientos, siendo estas en diámetro a la altura del pecho y altura, para luego a través de estos determinar los valores de área basal y volumen. Los resultados de las mediciones de campo, fueron sometidos a un análisis de varianza, para establecer diferencias estadísticas entre tratamientos.

Los resultados del análisis de varianza y pruebas de medias de Tukey, indican que para diámetro (DAP), solo existen diferencias estadísticas para raleos, presentando la mejor media la intensidad S% 28. Para la variable altura, existen diferencias estadísticas para raleos y podas, presentando la mejor media la intensidad de raleo S% 28 y para poda la intensidad 1/2 de altura de copa viva. Para área basal, existen diferencias estadísticas únicamente para raleos, presentando la mejor media la intensidad S% 28. Para volumen, existen diferencias estadísticas para raleos, para podas únicamente durante la cuarta medición (12 meses), presentando la mejor media para raleos la intensidad S% 28 y para poda en la cuarta medición la intensidad 1/2 de altura de copa viva.

Considerando que no se partió de valores iguales de área basal en los tratamientos, se sometieron los valores de esta a cero meses a un análisis de covarianza cuyos resultados indican que los valores de área basal inicial (0 meses), no ejerce ninguna influencia sobre el resto de los tratamientos, debido a que dichas diferencias fueron compensadas con la aplicación de los tratamientos.

Para la variable altura en la primera medición (4 meses), el análisis de covarianza indica que existen diferencias estadísticas para la interacción y que la mejor media la presenta el tratamiento S%28,1/2h.

Se realizó un análisis del fuste, con el propósito de determinar los factores de forma y de corteza, siendo estos:

$$ff = 0.53$$

$$fc = 0.84.$$

La calidad de sitio fue determinada mediante la metodología de Índice de Sitio, para lo cual se utilizó el modelo matemático propuesto por Schumacher, el cual se expresa:

$$\ln H = a + (b/A^k)$$

Los estimadores a, b y k del modelo fueron estimados por medio de regresión jerárquica, con los cuales se construyó la familia de curvas de Índice de Sitio, la cual consta de tres curvas con una amplitud de 1 año siendo de mayor a menor: I.S. I = 10.3 m, I.S. II = 9.3 m, I.S. III = 8.3 m (ver figura 9). Con la familia de curvas generada, se clasificaron las secciones en las cuales fueron levantados los bloques, de acuerdo a su calidad de sitio, quedando de la siguiente manera: Clase de Sitio I = Bloque 1, sección 2, Clase de Sitio II = Bloques 2, 3 y 4, secciones 5, 6 y 7 respectivamente.

Luego de clasificados los bloques de acuerdo a su calidad de sitio, con los datos del análisis fustal se construyeron las gráficas de crecimiento individual para cada sitio (ver figuras 5 y 6).

El análisis de los factores del medio edáfico se realizó mediante la obtención de muestras de calicatas abiertas en cada uno de los bloques, las cuales fueron trasladadas al laboratorio de suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Los resultados de laboratorio indican que los suelos de la finca Toquelá se clasifican como muy ácidos lo cual no representa limitante para la especie, además, los contenidos de cobre y zinc son adecuados por lo que la plantación no presenta problemas para su desarrollo en dichos suelos.

El estudio se realizó de marzo de 1,995 a junio de 1,996, con el apoyo de la empresa REFINSA, el Programa Madeleña-3 del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1. INTRODUCCION

La aplicación de técnicas silviculturales de manejo en una plantación comercial, reviste gran importancia cuando el objetivo de éstas es la producción de madera de buena calidad para cubrir las demandas tanto del mercado interno como del mercado internacional.

El crecimiento en diámetro, requiere de grandes cantidades de hidratos de carbono y es altamente dependiente en relación directa con la densidad del rodal (16).

El raleo es una de las técnicas que permite distribuir el potencial de crecimiento y mejorar la calidad del rodal remanente, mediante la eliminación de individuos mal conformados, enfermos y aquellos que han quedado suprimidos en las primeras etapas del crecimiento de la plantación.

Por otro lado la poda reviste significativa importancia en el mejoramiento de la calidad de la madera que se pretende cosechar, ya que mientras persistan ramas en el tronco de un árbol, la madera producida contiene nudos, los cuales han sido uno de los defectos más comunes de la madera.

Es importante el conocimiento del principio biológico de las podas o desrames ya que si una poda es mal realizada puede influir negativamente en el crecimiento de los árboles.

El presente trabajo de investigación se basa en la aplicación de tres intensidades de raleo con tres intensidades de poda. Con el objeto de evaluar su efecto en el crecimiento de los individuos de una plantación de pino Caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis). Las intensidades de raleo evaluados fueron mediante el índice de Espaciamiento Relativo, conocido más comúnmente como Índice de Hart con intensidades de $S\% = \text{Actual (A)}$, 22 y 28.

Las intensidades de poda evaluadas fueron: sin poda (SP), 1/3 y 1/2 de la altura de copa viva.

La presente investigación se realizó a través de un diseño en bloques al azar con arreglo combinatorio 3^2 y cuatro repeticiones, con el propósito de realizar un análisis de varianza de los resultados obtenidos.

Las mediciones fueron realizadas antes de las intervenciones para los cálculos del S%. Luego mediante el análisis de fustes se determinó el crecimiento de la plantación, posteriormente se hicieron mediciones a 4, 8 y 12 meses de aplicados los tratamientos, con el propósito de medir el comportamiento del crecimiento en diámetro (DAP), área basal (AB), altura (h) y volumen (VOL) de la plantación bajo las condiciones de estudio.

Este estudio será tomado como base para la implementación de programas de tratamientos silvícolas en plantaciones de pino Caribe existentes en la región.

2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

La finca Toquelá, propiedad de la empresa Reforestadora Industrial Sociedad Anónima (REFINSA), se encuentra plantada en su totalidad con *Pinus Caribaea* Morelet var. hondurensis, como producto del programa de incentivos fiscales para reforestación del Instituto Nacional Forestal (INAFOR), en el cual se establece una densidad inicial de 2500 árboles por hectárea (Resolución INAFOR - GG - 231 - 88).

Actualmente la plantación cuenta con una edad de 6 años, período durante el cual no se ha realizado ningún tratamiento silvicultural que permita optimizar la utilización del sitio, mediante la regulación de la densidad.

A esta edad la densidad promedio de la plantación oscila entre 2083 y 2153 árboles por hectárea. Técnicamente se establece que el momento oportuno para iniciar el manejo de una plantación (raleos) es a la edad de 4 años con una densidad de 2000 árboles por hectárea, ya que a partir de esta edad, una plantación sin manejo comienza a experimentar una reducción en diámetro y en las tasas de producción de mecanismos de resistencia contra plagas y enfermedades (9).

Un árbol que ha sufrido competencia difícilmente alcanza el volumen de un árbol que crezca sin restricciones; cuanto más severa y más tiempo dure la competencia, mayor será la reducción de volumen árbol al final del turno (9).

Por lo anteriormente expuesto, se justifica la ejecución de la presente investigación, la cual aportará los elementos técnicos para dirigir el manejo de las plantaciones de esta especie en la empresa REFINSA.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es evidente observar en la finca Toquelá un total cierre del dosel superior de copas, lo cual refleja la alta proporción de árboles por unidad de área (mayor de 2000 por hectarea).

Esta situación ha provocado la mortalidad de ramas inferiores (recesión de copas), reducción del sotobosque y la incidencia de malformaciones en los fustes como producto de la competencia por captación de energía lumínica.

Lo anterior tiene como consecuencias para la plantación: la recesión de copas y por consiguiente la disminución de área foliar, aumento en la susceptibilidad de daños provocados por vientos como consecuencia del crecimiento en altura y la reducción de éste en diámetro; aumento de la incidencia de plagas y enfermedades y la pérdida de reservorios de insectos benéficos (9).

La finca Toquelá cuenta con una extensión de 221.08 hectáreas las cuales están plantadas con Pino Caribe, que en ningún momento han sido sometidas a técnicas de clareo para la regulación de la densidad con el fin de favorecer el crecimiento de los mejores individuos. Por otro lado no se cuenta con un programa de podas que tienda a liberar a los individuos con el objeto de comenzar a producir madera libre de nudos.

4. MARCO TEORICO

4.1 Marco conceptual

4.1.1 Definición y propósito del raleo

4.1.1.1 Desarrollo natural del rodal

La base de la teoría que se sigue en los raleos, se encuentra en el desarrollo natural del rodal. El dosel típico empieza con un número grande de árboles pequeños; inicialmente miles de árboles por hectárea. El número de árboles por unidad de superficie disminuye naturalmente con el crecimiento y expansión de estos con lo que se tendrá una disminución progresiva en el número de árboles y hacia el fin del turno, la masa queda reducida a unos pocos árboles por unidad de superficie (5).

Esta disminución continua en el número de árboles, es el resultado de una selección natural y es la expresión de una de las fundamentales leyes biológicas de la silvicultura. Los árboles más vigorosos o mejor adaptados al ambiente son los capaces de sobrevivir en la competencia por luz, la humedad y las sustancias nutritivas del suelo. Sin embargo, el proceso no es simplemente una selección estable y progresiva de los más adaptados, ya que puede ser interrumpido o temporalmente invertido por accidentes naturales. Además los árboles más adaptados desde el punto de vista de selección natural no son necesariamente los mejores desde el punto de vista forestal (5).

La competencia entre árboles se expresa por los cambios constantes en sus posiciones relativas de copas dentro del dosel. El signo visible de la lucha por la existencia se nota en la posición relativa y el estado de copas de los árboles. Los vigorosos que han aventajado a sus vecinos ocupan posiciones superiores en el dosel y normalmente tienen mayores posibilidades de sobrevivir a la futura competencia. Los árboles menos vigorosos ocupan sucesivamente más bajas en el dosel hasta que sucumben; proceso que se conoce como diferenciación en clase de copas (5).

El proceso de selección mediante la eliminación por competencia es largo y además, durante su transcurso y lucha por la existencia en las masas densas es tan fuerte que puede reducir el crecimiento y el vigor de todos los árboles del bosque. La reducción resultante del crecimiento en diámetro no es completamente perjudicial ya que estos árboles fácilmente pueden ser podados y llegar a contener una elevada proporción de fuste limpio. La severa competencia es también causa de que los fustes sean más rectos y cilíndricos de lo que habrían sido si el espacio de crecimiento hubiera sido menos limitado (5).

En la práctica de los raleos, estas ventajas de la competencia entre árboles deben ser conservadas por lo menos parcialmente, limitando los raleos de forma que se desarrollen rodales con espaciamientos apropiados. El objetivo principal es sin embargo conseguir que los árboles más prometedores tengan un crecimiento estable sacando a los árboles vecinos menos deseables antes de que su competencia sea perjudicial (5).

4.1.1.2 Definición de raleos

Los raleos son operaciones culturales que se hacen en un bosque con el fin de dirigir el funcionamiento de la selección natural y tener en todo momento la población formada en su mayoría de especies deseables, donde el número, las formas y el estado de crecimiento son tales, que el bosque responda de manera satisfactoria como le sea posible y permanentemente, de acuerdo con los fines de producción (5).

Otros autores han definido al raleo forestal como cortas hechas en masas inmaduras con el fin de estimular el

crecimiento de los árboles que quedan conformando la plantación y de aumentar la producción de material utilizable de la masa boscosa (5).

El raleo en masas forestales tiene como objetivo producir los beneficios más altos posibles, en términos cuantitativos, cualitativos y valor financiero, manteniendo la capacidad productiva del sitio, mediante la concentración de la producción en un número menor de árboles de mayor valor comercial probable, con lo que se podrá acelerar la tasa de crecimiento y se mejorarán las condiciones sanitarias del rodal (5).

Se sacan árboles sobrantes para concentrar la producción potencial de madera del rodal en árboles seleccionados. La producción total del rodal aumenta porque se utilizan árboles que últimamente van a morir por selección natural y el valor de la corta final será mayor ya que los árboles remanentes son de mejor calidad y tendrán un crecimiento más rápido que el que pueden tener sin raleo (5).

4.1.1.3 Propósito de los raleos.

1. Reducir el número de árboles en un rodal para que los remanentes tengan más espacio para el desarrollo de sus raíces y copas, lo que favorece su crecimiento en diámetro. Así alcanzarían un tamaño comercial más rápidamente;
2. Sacar árboles de mala forma, torcidos, bifurcados, con ramas gruesas, etc. para que el incremento futuro se concentre en los mejores individuos;
3. Eliminar árboles muertos o enfermos, o cualquier árbol que podría ser el foco de una infección;
4. Favorecer a los árboles más vigorosos, con buena forma, los cuales serán para la cosecha final;
5. Cuando factible, proveer de una fuente de ingresos durante el desarrollo del rodal (10).

4.1.1.4 Introducción al concepto espacio para crecer

El espacio para crecer es el conjunto de factores que influyen/limitan el crecimiento de plantas en un sitio. Los factores más importantes son luz solar, agua, nutrientes, O_2 , y CO_2 . Muchas actividades que se realizan en el establecimiento y manejo de plantaciones forestales centran en aumentar la disponibilidad de uno o más de estos factores (9).

Los árboles crecen libremente y utilizan los factores mencionados hasta que el crecimiento se limita por la falta de uno o más de ellos. La ley del mínimo dice que "el espacio para crecer" existe hasta que uno de los factores necesario para el desarrollo de las plantas se encuentre limitado. Por ejemplo, un sitio podría disponer de casi todos los factores necesarios para permitir un buen crecimiento de plantas, pero si hubiera niveles muy deficientes de un nutriente (P, por ejemplo), el desarrollo sería limitado por la falta de ese nutriente (9).

4.1.1.5 Composición y desarrollo de las plantaciones

Para la aplicación de los raleos es necesario tener conocimiento de la composición y desarrollo de las plantaciones; un camino es la clasificación silvícola como sigue: Dominante, codominante, intermedio y dominado (5).

Los árboles dominantes son aquellos con copas que se extienden más arriba del nivel general del dosel y reciben plena luz desde arriba y parcialmente de los lados (5).

Un árbol codominante es aquel cuya copa forma el nivel general del dosel y que reciben plena luz desde arriba pero relativamente poca de los lados (5).

El árbol intermedio es más pequeño que los dos anteriores pero con copas extendiéndose al nivel general del dosel;

reciben poca luz directa desde arriba y nada de los lados (5).

Los árboles dominados u oprimidos son los de copas enteramente bajo el nivel general del dosel, no reciben luz directa de arriba ni de los lados (5).

Otra clasificación que es importante para el manejo forestal es la determinación de los estados de desarrollo de las poblaciones, para lo cual se toma generalmente la edad y en ocasiones se hace una correlación entre el diámetro, la altura y el número de árboles. Estos estados de desarrollo son: Brinzal, Monte bravo, Bardascal, Bajo latizal, Alto latizal, Joven fustal y Viejo fustal (5).

4.1.1.6 Tipos de raleo

Se ha hecho una diferenciación de tipos de raleos debido a que esta no es una actividad rígida y al estar dirigida tanto a las plantaciones forestales como al bosque natural, el administrador forestal podrá escoger entre los diferentes tipos de raleo a los que mejor se adapte en su caso específico. Tratando de lograr la mayor flexibilidad en la aplicación de raleos se ha hecho esta clasificación en tipos de raleos en la cual los más comunes son:

a) Raleo por lo bajo

corte de todos los árboles del nivel inferior y si el raleo es fuerte sólo se dejan los árboles dominantes y codominantes. Si algunos de los dominantes tienen defectos, se pueden cortar si los árboles vecinos son lo suficientemente vigorosos para llenar los espacios dejados (5).

A este tipo de raleo se le conoce también como "aclareo ascendente". Durante la operación se eliminan primeramente todos los árboles de una clase, por ejemplo los oprimidos, antes de iniciar la corta de la siguiente clase (8).

b) Raleo por lo alto

Solamente un número limitado de los mejores árboles dominantes y algún codominante son dejados para que tengan suficiente espacio para un rápido crecimiento; este espacio es ocupado por los árboles del estrato intermedio y dominado y se eliminan los sujetos muertos y los que no podrán sobrevivir para el próximo raleo. A este tipo de raleo se le denomina "aclareo descendente" en el cual se cortan los árboles de las clases dominantes y codominantes para favorecer el crecimiento de la clase de árboles intermedios y de árboles oprimidos vigorosos. El aclareo se efectúa sobre todo en la clase de árboles codominantes (5, 8).

c) Raleo de selección

Corte de todos los árboles dominantes y en el estrato inferior sólo aquellos dominados que no pueden sobrevivir al próximo raleo. Esto se realiza con el fin de promover el crecimiento de los árboles de los demás estratos (5).

d) Raleo mixto

Corte de aquellos árboles dominantes y codominantes que obstruyan de alguna forma el crecimiento de los mejores árboles del piso superior y corte de los árboles entre los intermedios y oprimidos que por sus características físicas, especie y nula protección al suelo, no tienen interés alguno (5).

e) Raleo mecánico

Los árboles a cortar o dejar en este método no son seleccionados con base a la posición relativa de sus copas en el

dosel, sino con base a un espaciamiento o diseño predeterminado. Dentro del raleo mecánico se puede distinguir dos tipos que se denominan raleo por espaciamientos y raleo por fajas o líneas (5).

En el primer método se determina un espaciamiento, se dejan los árboles dentro de éste límite y los demás se cortan; por ejemplo, si los árboles fueron plantados en hileras se podrá hacer un corte de fila por medio o cada tercer fila. Además de lo anterior, dentro de las filas que quedaron, se puede hacer un entresaque; por ejemplo, se puede cortar un árbol de cada cinco y este será el que presente las peores condiciones de desarrollo (5).

El método de raleo por fajas consiste en cortar fajas estrechas de árboles a intervalos fijos por toda la masa; esto se utiliza en terrenos con poca pendiente, cuando las hileras no se pueden ver con facilidad y generalmente se emplea equipo mecanizado; además, se puede hacer un raleo en las fajas tratadas, retirando un árbol de cada cinco y siempre el que tenga más defectos. Este método de aclareo se emplea sobre todo en rodales jóvenes y uniformes. Frecuentemente es utilizado para eliminar árboles que todavía no son comerciales (5, 8).

f) Raleo libre

Los rodales naturales son rara vez uniformes como para garantizar la futura formación de un rodal cuando se trata a través de cualquiera de los métodos de raleo descritos anteriormente. Al preparar un rodal para una alta utilización del suelo y obtener una producción de buena calidad, es necesario cortar árboles de todas las clases. El método en el que se cortan árboles de todas las clases, después de una discusión libre se denomina método de raleo libre.

El raleo libre fue propuesto como un sistema alrededor del año 1900, aún cuando se venía usando mucho tiempo atrás en los bosques de Dinamarca. El sistema no tiene reglas específicas de cuales árboles deben cortarse, aunque si establece cuales árboles se deben dejar. Esto puede explicarse de la siguiente manera: ralear libremente es dejar un número adecuado de los mejores árboles bien espaciados como sea posible en el área. En esta definición se establece que se dejarán los mejores árboles, pero, cuáles son los mejores árboles que se dejarán en cada caso; esto dependerá así mismo del producto que se necesite. Si la idea es producir madera para pulpa, se dejarán aquellos árboles con crecimiento más rápido, ya que producirán volúmenes más altos de este material, aún cuando algunos de estos árboles tienden a convertirse en árboles deformes; aunque no representa problemas para el tipo de utilización propuesta. Por otra parte, si el objetivo es producir madera para aserrío, la calidad de los fustes adquiere gran importancia y por lo tanto se dejarán los árboles con fustes rectos y ramas delgadas, aún cuando su crecimiento sea un poco menor que los árboles a cortar (5).

g) Raleo natural

Al mantener plantaciones con alta densidad se produce el raleo natural. La competencia entre los árboles, causa un atraso en su desarrollo, más aún cuando hay una escasez de agua o nutrientes. Además de la muerte de los árboles más débiles, puede provocar condiciones fisiológicas desfavorables en los demás con lo cual la recuperación después de un raleo resulta insuficiente y son más susceptibles a ataques de plagas o enfermedades (5).

4.1.1.7 Principios biológicos del raleo

En términos muy simples, el proceso biológico de crecimiento se da en un ciclo que inicia con la absorción de agua y minerales del suelo por las raíces, convirtiéndose en la llamada savia (16).

Esta sustancia es transportada a través del xilema hacia las hojas en la copa. Es aquí en las hojas, las que funcionan

como fábricas, donde por efecto del proceso de la fotosíntesis o sea por la energía del sol (luz), la savia bruta es transformada en los compuestos bioquímicos indispensables para el crecimiento vegetativo y, de allí son transportados a todos los demás órganos de la planta a través del floema; como por ejemplo a las raíces, cerrándose así el ciclo vital de absorción-asimilación (16).

Es importante hacer algunas consideraciones prácticas sobre el crecimiento en altura y en diámetro: El crecimiento en altura requiere de menos sustancias elaboradas (hidratos de carbono) que el crecimiento en diámetro y, se ha observado poca influencia de la densidad del rodal. Por otro lado, el crecimiento en diámetro requiere de grandes cantidades de hidratos de carbono y es altamente dependiente en relación directa a la densidad del rodal (16).

La zona de más intenso crecimiento en diámetro se da de la base de la copa activa hacia arriba, manteniendo así una forma más cilíndrica del fuste. Las ramas que están bajo intensa sombra y que producen hidratos de carbono únicamente para su sostenimiento, no contribuyen al crecimiento en diámetro, sino más bien pueden consumir el producto de otras ramas activas, y sobre todo forman nudos que disminuyen la calidad de la madera (16).

En general se ha observado que al reducir la altura de la copa de los pinos a un 30% de la altura total del fuste, se comienza a reducir el crecimiento en diámetro aunque no así el crecimiento en altura. Una altura de copa de 40% parece ser un indicador confiable de una tasa de crecimiento adecuado y aún manteniendo un fuste de buena calidad. (16).

Durante el desarrollo del rodal, tan pronto como la competencia por luz, agua y nutrientes del suelo se inicia e intensifica, algunos árboles comienzan a ser suprimidos y eventualmente eliminados, iniciando el proceso de selección natural o sea un raleo natural, que se expresa por una ley cuyo enunciado expresa que para una determinada densidad corresponde un tamaño máximo que el árbol promedio puede alcanzar. Cuando este tamaño promedio máximo es alcanzado, cualquier incremento en tamaño debe ser acompañado por una disminución de la densidad. Es importante observar que en esta relación se ha comprobado muy poca o nula influencia del índice de sitio (16).

La densidad es un indicador de como los recursos del sitio están siendo utilizados por los árboles de un rodal, y se expresa en términos de número de árboles por hectárea. Su relación con el manejo forestal solamente se establece cuando la densidad estimada se compara con objetivos de densidad deseada para un determinado estado de desarrollo del rodal (16).

Todo árbol requiere de un espacio mínimo de crecimiento correspondiente a su tamaño definido por el diámetro y altura del fuste así como por el volumen de la copa. Es generalmente aceptado que este espacio, es principalmente definido por un círculo con centro en el árbol y diámetro igual al de la copa; ya que a pesar de que las raíces pueden extenderse hasta dos o tres veces más allá que el diámetro de las copas, se ha encontrado que la zona de máxima concentración de raíces absorbentes se localiza bajo la periferia de la copa. Así, cualquier otro tipo de vegetación dentro de este espacio entra en la competencia por luz, agua y nutrientes del suelo (16).

De esta manera, se acepta que el proceso de competencia se establece cuando los espacios de crecimiento se traslapan, esto es, cuando las copas de los árboles comienzan a entrelazarse afectando negativamente el crecimiento de cada árbol y del rodal en general.

Así podemos deducir que es necesario, para un crecimiento óptimo del árbol, que haya en equilibrio o sea una relación adecuada entre las raíces y el tamaño de la copa, a fin de que podamos tener una relación óptima entre altura total y diámetro del fuste. En resumen, los árboles necesitan espacio aéreo suficiente para desarrollar copas las que al recibir la luz en cantidad

y calidad adecuada, serán capaces de producir hidratos de carbono para generar y mantener un sistema radicular capaz de absorber agua en cantidades suficientes. De tal forma que las deficiencias tanto en agua y nutrientes del suelo como de luz interactúan significativamente con efectos acumulativos (16).

4.1.1.8 Efecto del raleo sobre el crecimiento del rodal

El raleo influye en el crecimiento y la forma de los árboles por la reducción de la competencia y la alteración del medio, de tal manera que este queda más favorable al crecimiento acelerado de los árboles remanentes. Así, el raleo trata de concentrar la producción de biomasa en un número adecuado de árboles seleccionados por su mayor tamaño, buena calidad y forma del fuste y copa, además de su alto vigor de crecimiento y por tanto mayor potencial de incremento en volumen como respuesta al raleo. Es oportuno recordar que la producción total del sitio no varía en una amplia gama de intensidades de raleo, porque en un sitio dado las cantidades de agua, nutrientes y luz son fijas; esto limita la cantidad de biomasa que una especie puede producir en un período determinado (16).

La ventaja de un buen sistema de raleo es entonces la producción de pocos árboles de mayor tamaño y de gran valor económico en el menor período de tiempo, en vez de muchos árboles pequeños de escaso valor; con la oportunidad de obtener beneficios marginales antes de la cosecha final (16).

Del sistema de raleo depende la magnitud de la alteración favorable o no del medio. La remoción solo de árboles intermedios y suprimidos no disminuirá significativamente la competencia que sufren los árboles dominantes y codominantes, porque estos árboles no compiten considerablemente con árboles mayores. Si además, también son removidos árboles dominantes y codominantes en proporción adecuada, seguramente la competencia que sufren los árboles remanentes de las mismas clases es significativamente reducida. Evidentemente es de esperar un mayor efecto en el segundo caso (16).

La intensidad es otro aspecto básico del raleo. Cuándo se realiza y cuánto se extrae en términos de números de árboles, área basal y volumen, tienen gran importancia en la aceleración del crecimiento esperada en los árboles remanentes, así como en el período de la próxima intervención. Esto implica que es necesario tomar muy en consideración también los costos económicos del raleo (16).

Una primera meta del raleo es evitar la estagnación o paralización del crecimiento del rodal por consecuencia de la competencia. Si esto ocurre, las pérdidas económicas pueden ser cuantiosas, y las inversiones en raleos pueden probablemente no ser compensadas por un incremento del crecimiento. En los rodales densos no intervenidos la altura de la copa fotosintéticamente activa, disminuye con la edad del rodal, observándose muchos árboles muy delgados, altos y con una copa insignificante en la punta del fuste. Extremo cuidado es recomendado en estos casos, porque un raleo fuerte puede súbitamente exponer las copas a altas temperaturas, causando daños y mayor respiración en vez de incremento en la asimilación fotosintética. Además, el rodal queda expuesto también a los daños por el viento, con el peligro de perder todo el rodal (16).

4.1.1.9 Mejor uso de la productividad del sitio a través del raleo

Obtener fustes de tamaño y calidad deseado en el menor tiempo posible es uno de los principales objetivos de los bosques de producción eficientemente manejados. El objetivo es completado con el uso óptimo del espacio total del crecimiento disponible en el sitio, a fin de maximizar la producción de madera total en las calidades requeridas. El raleo es la forma de lograr estos objetivos si es ejecutado en el tiempo y con la periodicidad oportuna; extrayendo solamente los árboles necesarios

para reducir la competencia a niveles deseados y, canalizando los recursos del sitio hacia los árboles remanentes de mayor potencial de crecimiento, los cuales están distribuidos uniformemente en el sitio (16).

Es de fundamental importancia que la especie del árbol deseado mantenga la hegemonía del sitio en contra de especies indeseables de otros árboles, arbustos y hierbas (pastos); los que pueden llegar a constituirse en grandes competidores por los recursos limitados del sitio (16).

De tal forma que de acuerdo al principio de que la producción neta total del sitio es relativamente constante en una amplia gama de rangos de intensidades de raleos, podría suceder que cuando el raleo es muy fuerte y la densidad resultante es muy baja se pierda producción porque el sitio no está bien aprovechado. Caso contrario, cuando la densidad es demasiado alta como resultado de raleos leves o ausencia de los mismos, se pierde producción por alta mortalidad y/o estagnación (16).

El alto vigor de crecimiento de los árboles remanentes de un raleo apropiadamente conducido, se reflejan en el desarrollo de una alta resistencia al ataque de enfermedades y sobre todo al ataque de insectos tal como el gorgojo de la corteza. Los bosques jóvenes de pino creciendo bajo alto índice de competencia, han demostrado ser muy susceptibles al ataque devastador de este gorgojo (16).

4.1.2 Intensidad de corta

El raleo es una operación básica para controlar la densidad del rodal. Un programa de raleos debe incluir un plan más o menos definido, indicando la densidad que debe tener el rodal en todas las etapas de su desarrollo (5).

Los grados de raleo se han definido mediante la indicación de que clases de árboles o parte de dichas clases deben ser cortadas; algunos investigadores han concluido que en la fijación del número de árboles que se dejan, dependerá de las condiciones del rodal antes del raleo (5).

Esta necesidad de tener una medida de la densidad ha sido satisfecha en parte indicando el área basal, volumen o el número de árboles por hectárea, pero estos factores dicen muy poco a no ser que se comparen con tablas de producción para el respectivo sitio, edad y condiciones similares. Estas tablas no vienen a ser más que un promedio aproximado para las muestras en las que se basarán y no siempre son adecuadas como un patrón para la densidad. La medida más prometedora es la relación del número de árboles con la altura, preferentemente la altura mayor. El primer forestal que propuso y usó esta relación como medida de la densidad fue Hart en 1928 en sus experimentos de raleo en Java (5).

Posterior a esto se presentó un sistema de índice de densidad que se denominó densidad tipo o estándar; que es el espaciamiento resultante del 20% de la altura dominante considerando los árboles distribuidos en cuadros. Ese mismo año se propuso un índice similar al anterior; las únicas diferencias son de que en este último se calculó el número de árboles en una disposición triangular y usó el espaciamiento expresado en porcentaje de la altura dominante como una medida directa (5).

El raleo como una técnica de control de la densidad de la masa, requiere de un programa que indique la densidad óptima a que deba trabajar la población en cada uno de los estados de desarrollo. Para ello es necesario que se determine alguna unidad que sirva como índice para valorar la intensidad de la práctica silvícola (5).

4.1.2.1 Índices de competencia

Son indicadores matemáticos del nivel de competencia a que está sometido el rodal. Además, son usados para estimar el tamaño del raleo necesario para bajar dicha competencia a niveles programados. Existe un gran número de estos índices;

desarrollados por experiencia de extensos estudios. El **Índice de Espaciamiento Relativo (IER - S% -)** ó **Índice de Hart-Becking** (en honor a sus descubridores), es el que mejor se ajusta a la forma de crecimiento de los pinos y por su fácil aplicación (16).

Se han propuesto varios índices, entre los cuales están:

a) Número de árboles por hectárea

Hay dos caminos para estimar el número de árboles; el primero es el conteo del número de árboles dentro de un sitio o superficie convenido y el segundo es medir la distancia media entre los árboles (5).

b) Volumen por unidad de área

El control de la intensidad del raleo con base al volumen se hace preciso debido a que el raleo con base al número de árboles es impreciso al poder remover árboles de diferentes tamaños y calidad (5).

c) Área basal por hectárea

El área basal es el área acumulativa de los árboles en corte transversal a una altura de 1.30 m, se expresa en m^2 . El área basal depende del número de árboles y sus diámetros respectivos. es un buen indicador de densidad, porque relaciona estrechamente con el volumen por hectárea. Cuando el área basal por hectárea alcanza cierto valor, se ejecuta el raleo para bajar la densidad a un valor predeterminado. Por ejemplo, Koeg (1992) recomienda raleo una plantación de melina (con 500 árboles/ha) cuando el área basal alcanza $22 m^2/ha$ y bajarle a $15 m^2/ha$. La plantación quedaría con unos 200 - 250 árboles/ha después del raleo (10).

Se aplica cuando se quiere mantener la producción al nivel más alto de volumen en donde el área basal deberá conservarse dentro de los límites del crecimiento óptimo (5).

d) Amplitud de los anillos de crecimiento anual

Se basa en el grosor de los anillos de crecimiento anual, pudiendo determinarse que para obtener madera de alta calidad, la anchura de los anillos de crecimiento anual, fuera constante durante toda la vida del árbol (5).

e) Índice de densidad de rodal (IDR)

La aplicación del Índice de Densidad de Rodal (IDR) depende de la existencia de una relación predeterminada del número posible de árboles de un tamaño dado por área (por hectárea, por ejemplo). La idea es que se puede calcular mediante el IDR, el número óptimo de árboles que debe mantenerse en un rodal inmaduro para que al madurar, llegue a mantenerse la densidad ideal (10).

El índice de densidad del rodal se fundamenta en la regla de auto-raleo, o sea en la relación existente entre el número de árboles por hectárea y su tamaño medio. El volumen promedio por árbol a una densidad tiende a aumentar hasta llegar a la línea de auto-raleo. Si no hay mortalidad o un raleo, los árboles estancan su crecimiento. Aunque este índice se basa en principios biológicos, su aplicación para planificar raleos es limitada por su complejidad (no ha funcionado bien en varios sitios donde se ha tratado de aplicarlo) (10).

f) Índice de espaciamento relativo (IER - S%-)

El índice de espaciamento relativo o índice de espacio-crecimiento (S%) correlaciona el espacio promedio entre los

árboles con la altura de árboles dominantes. Al emplear S%, se especifica los límites entre los cuales se debe mantener la plantación. Por ejemplo, si el espaciamiento promedio entre los árboles es de 3 m y la altura dominante es de 10 m, el S% es igual con 30%. Un ejemplo del uso de este índice sería al mantener el S% entre 20 y 30% (10).

Principio: Un árbol de determinada edad debe tener espacio suficiente para un determinado diámetro, altura y volumen de copa, considerado óptimo para la producción fotosintética (10).

El índice es la relación porcentual del espaciamiento promedio de los árboles del rodal sobre la altura total promedio de los árboles dominantes y codominantes. De acuerdo a la documentación existente y la experiencia de campo se usará un IER de 25% adecuado para bosques de buen crecimiento. La referencia para bosques estagnados o que no muestran un crecimiento adecuado para su edad sobretodo en altura debido a la falta de tratamiento, se usará un IER de 30%. Se debe seguir la investigación exhaustiva para ajustar el índice a las condiciones locales de cada bosque (16).

4.1.3 Definición y propósitos de la poda

Mientras persisten las ramas en el tronco de un árbol, la madera producida contiene nudos (10).

Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes de la madera. Después de morir las ramas de muchas especies quedan intactas en el tronco por varios años, como por ejemplo, melina, pino, ciprés, pochote, etc. Estas ramas secas forman nudos flojos, los cuales son mucho más dañinos que los formados por ramas vivas (10).

En algunas especies, *E. globulus* por ejemplo, la poda ocurre naturalmente y no hay necesidad de realizar esta práctica. La mayoría de las especies, en cambio, tienen ramas persistentes y si se desea madera libre de nudos hay que realizar la poda (10).

El objetivo principal de la poda artificial es producir madera de alta calidad, sin nudos. Los nudos sueltos generalmente debilitan las propiedades físicas de la madera. La madera limpia es requerida para la producción de chapas, y para madera de primera calidad (8).

Otro objetivo de la poda artificial, es facilitar el acceso a las plantaciones. La persistencia de las ramas obstaculiza la realización de labores forestales, como el aclareo. Mediante la eliminación de ramas muertas, la poda puede reducir, además, el riesgo de plagas y enfermedades (8).

4.1.3.1 Nudos y producción de madera limpia

La madera del nudo tiene una estructura diferente a la madera del fuste. Es más oscura, más dura y por la posición horizontal de la rama, tiene un segmento superior de madera de tensión y el otro segmento de madera de compresión. La madera de los nudos cuando está secándose tiene una contracción mucho más fuerte que la del fuste. Además, los nudos producen defectos graves en la madera en sus alrededores (10).

La evaporación por los nudos es mucho más rápida que a través de la madera limpia, y por consiguiente, la madera de los nudos y sus alrededores se seca más rápidamente que la del resto (10).

Por estas razones los nudos y las distorsiones formadas en sus alrededores bajan la calidad de todas las características de la madera. La resistencia mecánica de la madera, especialmente en tensión y flexión disminuye donde hay nudos. En muchos casos los nudos representan el defecto más común y más perjudicial de la madera (10).

La producción de madera libre de nudos, puede dividirse en tres etapas: el corte (poda) de las ramas, la cicatrización de

las heridas y la producción de madera limpia (10).

a) Corte de las ramas

Las ramas se cortan cerca del fuste con una herramienta apropiada. Generalmente, se recomienda el uso de serruchos curvados para evitar daños excesivos a los árboles podados. Sin embargo, se ha observado la poda bien hecha con machetes bien afilados (10).

Es importante evitar la poda de ramas grandes. Según Troensegaard (1971) citado por Galloway (10), no es recomendable podar ramas con un grosor mayor de 5 cm, ya que estas posiblemente contienen duramen (parte más interna de un tallo leñoso, compuesto enteramente de células muertas) que no produce sustancias protectoras después de corte. Ramas grandes toman más tiempo para podar, y los cortes dejados demoran más tiempo para cicatrizar. Además, la existencia de ramas muy grandes probablemente indica que la poda es tardía, pues el propósito es la producción de madera libre de nudos; si hay ramas grandes, habrá un corazón nudoso grande en el fuste. En general, lo ideal es realizar la poda cuando las ramas tienen unos 2.5 cm de diámetro. El corazón nudoso no debe superar unos 12.5 - 15 cm de diámetro.

La forma en que se realiza el corte de las ramas es fundamental para el éxito de una poda. De ello depende; 1) el tiempo necesario para que el árbol cicatrice la herida causada por el corte; 2) la pronta producción de madera limpia, y 3) la salud futura del árbol (10).

El corte debe quedar liso y limpio sin dejar pedúnculos ni heridas a la corteza del árbol. Aunque el corte debe ser pegado al fuste, hay que cuidar de no dañar los tejidos en los alrededores de la base de la rama. Las células en dichos tejidos forman el callo que facilita la rápida cicatrización de la herida (10).

La poda de ramas hasta de 4 y 5 cm de diámetro se las puede cortar en un solo trazo con serrucho. Lo importante es agarrarles bien para que no se raje la corteza cuando se produzca su caída (10).

Si las ramas tienen 5 a 10 cm es necesario podar la rama con dos cortes, aún con serrucho. El primer corte se efectúa en el lado inferior de la rama; el segundo desde arriba hacia abajo. Esto impide daños a la corteza debajo de la rama cuando esta cae (10).

En el caso de ramas aún más grandes hay la necesidad de practicar tres cortes. Nunca será necesario realizar este tipo de poda si la misma es oportuna. Se comienza esta poda en el lado inferior de la rama unos 30 - 60 cm del fuste. El segundo corte se ubica unos 2 a 3 cm más allá del primer corte en la parte de arriba de la rama. El último corte se hace cerca al fuste procurando dejar una herida lo más pequeña posible (10).

No siempre conviene cortar la rama lo más pegado al fuste. En ramas grandes y medianas es más importante limitar el tamaño de la herida que reducir el largo del tocón de la rama. Con este corte erróneo no solo se produce una herida excesivamente grande, sino también se destruye muchos tejidos básicos en la cicatrización de la misma (10).

Durante la ejecución de una poda, además de evitar los defectos señalados, hay que cuidar de no dañar la corteza en los internudos por descuidos con las herramientas (10).

b) Cicatrización del corte

La oclusión del corte a través del desarrollo de tejidos de callo provenientes del cambium periférico, determinan el momento cuando el árbol empieza a producir madera limpia (10).

La tasa de oclusión depende de varios factores que incluyen:

1. La tasa de crecimiento en diámetro en la parte del fuste donde se encuentra la herida;
2. El largo del tocón de la rama;
3. El vigor del árbol;
4. El tamaño del corte y
5. La especie.

La cicatrización será más rápida en lugares donde la especie tenga su desarrollo más vigoroso (10).

Por lo general, las heridas ocasionadas por el corte de ramas vivas cicatrizan más rápidamente que las realizadas por la poda de ramas muertas. Cuando se corta una rama viva, el cambium está ya listo para producir nuevas células y madera. En cambio al rededor de una rama muerta, hay un espacio vacío muy delgado (nudo flojo), y el corte no va a estimular el crecimiento del cambium. En lo posible, es necesario podar antes de la mortalidad de las ramas (10).

Cuando se está evaluando los nudos de la madera por medio de las cicatrices en la corteza, hay que recordar que la parte exterior de la corteza que se ve es la parte más vieja y que una cicatriz grande no corresponde necesariamente a un nudo grande en la madera. Podría ser que hay varias pulgadas de madera limpia antes de llegar al nudo (10).

c) Producción de madera limpia

La producción de madera libre de nudos solo comienza cuando la oclusión de la herida es completa. Se necesita de 3 - 4 cm de madera nueva sobre el espacio que dejó la rama cortada para tener madera totalmente libre de distorsiones de grano. La poda no ofrece ningún beneficio a la madera formada antes del corte. Por consiguiente, mientras más pronto se inicia la poda y más largo sea el turno, mayor será la proporción de madera limpia en el fuste (10).

4.1.3.2 Algunos efectos de la poda en los árboles

Aquí se incluyen algunos de los efectos posibles en los árboles después de la poda.

a) Reducción del crecimiento

Al eliminar parte de la copa viva, se reduce el área foliar activa en fotosíntesis, lo cual incide en una baja en la tasa de crecimiento. Varios investigadores indican que es posible quitar hasta el 25 - 30% de la copa viva de muchas especies sin reducir el crecimiento en altura y sin afectar seriamente el crecimiento en diámetro. Regularmente, es más práctico expresar el grado de poda de acuerdo a la altura de la copa viva en relación de la altura total del árbol. Generalmente con una poda de entre 40 y 50%, no habría diferencias estadísticas en volumen al final de turno entre árboles podados y no podados (10).

Mediante investigaciones realizadas sobre podas en rodales de *Pinus patula* en Africa del sur se obtuvieron los resultados siguientes:

1. La eliminación de 35% de la copa vigorosa carece de efecto significativo sobre el crecimiento en diámetro y altura.
2. La eliminación de 50% influye en el crecimiento diamétrico.
3. La eliminación del 75% afecta tanto el crecimiento en diámetro como en altura (10).

La duración de la depresión en la tasa de crecimiento después de la poda, se puede reducir con la realización de un

raleo a la vez que se practica la poda. Una vez que los árboles reocupen el espacio dejado por el raleo, la tasa de crecimiento alcanzará los niveles existentes antes de los tratamientos. especies de rápido crecimiento toman poco tiempo para recuperarse de una poda leve a mediana (10).

Si solo se eliminan las ramas más bajas del árbol, no habrá ninguna reducción en el crecimiento. Hay autores que indican que al eliminar ramas bajas sombreadas es posible aumentar un poco el crecimiento de los árboles. La idea es que las ramas sombreadas persistentes utilizan más hidrato de carbono en su respiración que lo que producen por medio de la fotosíntesis. Otros autores insisten que las ramas son autónomas y no pueden "parasitar" hidratos de carbono del árbol. Esta incapacidad de chupar energía del fuste principal es la que dirige a la mortalidad de ramas inferiores/sombreados (10).

Algunas especies tienden a producir ramas inferiores muy grandes y/o ejes secundarios. A través de la eliminación de estas ramas y ejes no deseables, se puede canalizar más agua y nutrientes al eje principal y así mejorar su forma y desarrollo (10).

b) Peligro de perder dominancia

Cuando se podan todos los árboles en un rodal, la reducción en crecimiento carece de importancia. resulta crítico si sólo se podan árboles seleccionados (10).

Por el hecho de que la poda es costosa y laboriosa y que se ralean muchos árboles antes de final de turno, solo se deberían podar árboles seleccionados. Si estos árboles tienen que competir con vecinos que no han sido podados, a menudo, serán dominados. En tal caso, la poda además de no lograr su objetivo, representa una mala inversión también. Por eso, es importante que se combinen las podas y los raleos para favorecer el desarrollo de árboles seleccionados y bajar el costo de esta operación (10).

c) Pudrición de la madera

Las heridas que quedan luego de la poda pueden servir como entrada para el ataque de hongos. El corte de ramas vivas pequeñas normalmente no resulta dañina, porque estos cortes cicatrizan rápidamente (10).

Sin embargo, podría comenzar la pudrición en el tocón de una rama cortada; especialmente, si la poda fue mal hecha. Si es así, es importante saber que el desarrollo del hongo termina cuando se cierra la cavidad con madera nueva. Esta pudrición, normalmente, se limita al nudo mismo y no se extiende a la madera (10).

La pudrición y decoloración de la madera después de efectuar podas, son generalmente debido al corte de ramas excesivamente gruesas, la poda realizada en árboles de muy lento crecimiento o una ejecución de los trabajos con herramientas inadecuadas. Por lo tanto, este problema con facilidad se puede evitar. La época de la poda es importante también (10).

4.1.3.3. Criterio de selección (características de los árboles)

El raleo selectivo es el más apropiado en plantaciones destinadas a producir madera para aserrió. Para reducir el costo de la poda, hay que tratar de concentrar la poda en los árboles que van a quedar hasta la cosecha final. Algunas características importantes que deberían poseer los árboles a podar son:

1. Rectitud de fuste. Esta característica es permanente y, por consiguiente, merece la mayor atención.
2. Formación de la yema terminal. Árboles con problemas con la yema terminal (bifurcación, mortalidad, floración precoz) no son deseables en una plantación destinada a producir madera para aserrió

3. Dominancia. Aunque la dominancia de un árbol es importante, su forma es un criterio de selección aún más crítica en la producción de madera para aserrio (10).

4.1.3.4 Época de la poda

Muziol y Sánchez, (1992) citados por Galloway (10) recomiendan ejecutar la poda al final de la época seca por las siguientes razones:

- El corte se seca rápidamente y de este modo se reduce el riesgo de una infección por hongos o insectos;
- Poco después, en la época lluviosa, las heridas se cicatrizan rápidamente;
- Con las especies que pierden su follaje en verano, la poda resulta más fácil cuando las ramas tienen menos follaje.

4.1.3.5 La poda hasta una altura fija (PAF) versus la poda a alturas variables (PAV)

La poda en un rodal se puede efectuar a alturas variables o a una altura fija. Cuando se realiza la PAF, se podan todos los árboles a una misma altura, eliminándose así un mayor porcentaje de copa en los árboles pequeños frente a los grandes. En cambio, en la PAV, la poda se hace de acuerdo al tamaño de cada árbol, eliminándose una proporción igual de copa en todos los árboles. Por lo tanto, la PAV es más recomendable por su tendencia a mantener el crecimiento de todos los árboles, sin perjudicar a los más pequeños (10).

4.1.3.6 Consideraciones económicas

La poda es la operación silvicultural más cara, requiere de mucha mano de obra y por no rendir ningún beneficio inmediato, es una inversión en el producto final de la plantación (10).

Son varios los factores importantes que determinan el costo de una poda así:

1. El número de ramas a podar por árbol;
2. El grosor de las ramas;
3. La altura de la poda;
4. El número de árboles a podar por hectárea.

El número de ramas en cada fuste varía según la especie y el sitio donde se estableció la plantación. Muchas veces se observan más ramas por unidad de fuste en lugares donde los árboles crecen más lentamente. Es decir, en lugares donde el crecimiento es peor, el costo de la poda será mayor. Esto destaca el concepto de que mientras más baja es la productividad de un sitio, menos justificables son las actividades intensivas de manejo (10).

El grosor de las ramas se puede reducir cuando se realiza la poda oportunamente (10).

La altura de la poda es crítica, porque una vez que los trabajadores no pueden alcanzar las ramas desde la tierra, tendrán que subir los árboles a mano o con escaleras o usar serruchos de mango largo, lo que aumenta los costos considerablemente (10).

El número de árboles a ser podados, se puede reducir combinando el raleo con la poda. Al efectuar el raleo temprano, se deja menos árboles a podarse en el rodal (10).

La consideración principal en la decisión de realizar o no la poda, depende de la factibilidad económica. Lógicamente, en plantaciones que tienen como finalidad principal: 1) leña y carbón; 2) aglomerados; 3) madera aserrada de baja calidad; 4) protección, la poda no es importante y no ofrecería ningún beneficio económico. Por otro lado, la poda es indispensable en

algunas especies si el propósito de la plantación es producir madera de aserrio de buena calidad (10).

Finalmente, nunca conviene comenzar la poda de árboles de gran diámetro con el propósito de producir madera libre de nudos. Podas tardías sólo producen gastos innecesarios y pérdidas de madera de calidad en el aserradero. Además, causan grandes heridas en el árbol donde puede entrar la pudrición (10).

4.1.3.7 Operaciones de poda

La operación de poda representa un gasto. Este gasto debe ser soportado por lo menos por el volumen adicional que representa el incremento de calidad en la madera. En las plantaciones se efectúan dos podas generales. Después se podan solamente las ramas de árboles seleccionados para la corta final. Un esquema de poda para pinos de rápido crecimiento puede ser el siguiente:

Altura de Árboles (m)	Altura de Poda
6 m Todos los árboles	2.5 m
6 m Todos los árboles	4.5 m
12 m 150 fustes selectos	6.6 m

Las fábricas de chapas emplean rollos de madera limpia, sin nudos. Los rollos se desembobinan hasta un diámetro de 15 cm. Esto implica que la poda de árboles destinados a la producción de chapas debe comenzar cuando los árboles tienen un diámetro de 15 cm en la base (8).

Para acelerar el proceso de saneamiento de las heridas, se efectúa la poda poco antes de terminar la época de dormancia. Los árboles de rápido crecimiento o de crecimiento continuo, se podan durante la época de crecimiento (8).

4.1.4 Crecimiento y rendimiento

Crecimiento se refiere al incremento en peso y volumen del árbol o masa forestal observado, en ellos íntegramente (1, 14).

Rendimiento es el volumen de los árboles de una cosecha o en volumen de los árboles de un grupo particular de especies por unidad de superficie (1, 14).

El crecimiento se puede entender a nivel de un sólo árbol o bien a nivel de un sólo rodal. Del mismo modo puede ser enfocado básicamente bajo aspectos fisiológicos (14).

Las medidas utilizadas para expresar el crecimiento es el incremento, este significa el crecimiento de un árbol o masa forestal en un período de tiempo. Algunas variaciones de esta modalidad son el incremento corriente anual, el incremento periódico, el incremento total, incremento medio anual. Estos incrementos se consideran como crecimiento absoluto (2).

El crecimiento relativo consiste en la determinación del crecimiento absoluto en determinada etapa o período del desarrollo general de la masa forestal o del árbol individual. Generalmente se presentan como relación entre el crecimiento anual y el valor de la magnitud que precede al crecimiento del año en que el crecimiento se produce (1, 14).

Los métodos para calcular el crecimiento se clasifican en tres grupos:

a) Método del incremento absoluto

Se utiliza el crecimiento en diámetro observado en el incremento total del árbol (15).

b) Método del incremento porcentual

Se basa en tablas promedio de crecimiento de doble entrada (diámetro promedio número de anillos en X longitud en cm-), presentando los resultados en porcentaje, del incremento de área basal. Las fórmulas de A. Schaffer, de Seider, de L. Schaeffer representan este modelo (14).

c) Método de paso de una categoría diamétrica a otra

Se basa en la dinámica de crecimiento del árbol. Abarca el método general del tiempo de paso (basado en la medición del incremento en diámetro, por medio del cual se calcula el porcentaje de árboles que pasan de una categoría diamétrica a otra) y el método de Ken Neth Davis (basado en la elaboración de gráficas por medio del aumento en longitud de barras, con relación a un incremento promedio) (1).

Para obtener datos confiables de crecimiento y rendimiento, es necesario contar con registros permanentes de los bosques o por medio del apeo de árboles para practicar cuidadosamente su análisis epidométrico (1).

4.1.4.1 Crecimiento de árboles individuales

En un árbol la rapidez de crecimiento depende de una serie de factores no siempre fáciles de reconocer. En primer lugar, el sitio y la fertilidad del suelo, el clima y sus variaciones, luego la calidad (los árboles viejos casi no crecen) y por fin la competencia de otras plantas (principalmente árboles) (18).

Los tres elementos de crecimiento (altura, diámetro y volumen) no tienen ritmo paralelo a lo largo de la vida del árbol si no de acuerdo a como se presenta en el cuadro 2.

Cuadro 1. Crecimiento en altura, diámetro y volumen a lo largo de la vida del árbol.

Periodo del Arbol	Altura	Diámetro	Volumen
Muy Joven	Muy Rápida	Lento	Muy Lento
Joven	Rápido	Rápido	Rápido
Maduro	Lento	Regular	Rápido
Viejo	Ninguno	Muy Lento	Lento

El crecimiento en volumen del árbol, alcanza su máximo en la edad mediana, lo cual puede ser diferente de una especie a otra. En la ordenación forestal el conocimiento del periodo de máximo crecimiento volumétrico reviste gran importancia para su debido aprovechamiento. También es importante reconocer la edad en la cuál los árboles de una especie llegan a estancamiento en su crecimiento (18).

4.1.4.2 Crecimiento de masas forestales

En principio, el crecimiento de una masa forestal es la suma del crecimiento de todos los árboles que componen dicha masa. En un inventario forestal se sigue este principio (18).

El crecimiento total dentro de un rodal puede expresarse en muchas formas que dependen especialmente de la ordenación forestal; entre estas formas se encuentra el rendimiento total a lo largo de la rotación, incremento medio anual

incremento periódico anual, crecimiento bruto y el crecimiento neto (7).

El crecimiento de los rodales se ve afectado por el estado de desarrollo de la comunidad, la edad, la calidad de sitio, las especies, la densidad, el área basal, los tratamientos silvícolas (7).

El desarrollo de un rodal es función de un rodal, pero su carácter depende de la especie y de la calidad del sitio; a medida que aumenta la calidad alcanza un estadio particular de desarrollo a una edad más corta (7).

4.1.4.3 Métodos de estudio de crecimiento y rendimiento

La metodología para la predicción de crecimiento y rendimiento puede abarcarse considerando cuatro fases principales:

- a) La estimación del crecimiento y rendimiento
- b) La construcción de un modelo matemático y su respectivo ajuste.
- c) Prueba del modelo por su validación.
- d) La aplicación del modelo para su uso final requerido.

Los diseños de estudios para la predicción del rendimiento se clasifican u ordenan bajo dos tipos fundamentales de parcelas: temporales y permanentes. Las temporales se usan primordialmente para la estimación de las relaciones independientes del tiempo. Las parcelas permanentes de muestreo toman en cuenta el tiempo y contribuyen para la construcción de modelos de crecimiento y rendimiento (1).

El conocimiento de los factores del medio físico es indispensable para el estudio del crecimiento de los árboles principalmente lo relacionado con el índice edáfico (1).

Los estudios de la relación suelo-localización involucran mediciones o estimaciones de muchas variables del suelo y del sitio, denominadas variables independientes, las cuales son relacionadas entre si mediante análisis de regresión múltiple en función de la altura del árbol (15).

Entre otras variables, las más consideradas son las siguientes: material original, profundidad del suelo, textura, tipo de drenaje, posición de las pendientes y aspecto, exposición general del suelo (15).

Estudios realizados, que consideran estas premisas indican que el crecimiento de los árboles forestales es afectado principalmente por la cantidad de suelo ocupado por las raíces de los árboles y por la disponibilidad de humedad y nutrimentos en este espacio limitado. Posterior a éstos es determinante la profundidad efectiva o profundidad del suelo superficial (15).

La posición topográfica, conjuntamente con las características anteriores y relacionadas con el microclima, gobiernan las relaciones de humedad y aireación del suelo (15).

Generalmente puede existir una alta correlación entre factores edáficos o topográficos y la calidad de sitio, sin embargo, no hay que olvidar el parámetro casual y la omisión o excesivo valor de importancia que se le puede dar a un parámetro edáfico (15).

4.1.4.4 Factor de forma y de corteza

a) Factor de forma (f)

Para calcular el volumen de una masa en pie, se utiliza el coeficiente morfico, que no es más que un factor con respecto al volumen real del árbol. La principal limitante de la utilización del factor de forma, es de que este varía con su edad (14).

La forma de un tallo varía considerablemente de un árbol a otro y de una especie a otra y su estudio se limita a la

forma del tallo ya que es imposible recomendar una metodología para describir la morfología de cada parte constitutiva de un árbol de una especie determinada (15).

Indica además que la expresión más simple de la forma del tallo se expresa a través del factor de forma (f) y se relaciona directamente con el volumen del árbol. El factor mórfico no es necesariamente una característica de la forma del tallo por las siguientes consideraciones:

- a) Dos árboles con el mismo f , no tienen necesariamente la misma forma; y
- b) Dos árboles de la misma forma no tienen necesariamente el mismo f .

Conforme el dato del factor de forma se acerque a la unidad, el árbol asemeja su tallo a un cilindro.

b) Factor de corteza

El conocimiento del volumen sin corteza es una necesidad cuando éste es el volumen utilizable que se desea conocer, pues la corteza generalmente no se utiliza (2,7).

La proporción del volumen de corteza al volumen sobre corteza varía desde porcentajes muy pequeños a aproximadamente 20%, para la mayoría de las especies. Esta proporción es tanto más importante si el árbol es joven, si la altitud aumenta y de manera general si las condiciones de crecimiento son más difíciles.

4.1.4.5 Análisis de fuste

Los análisis de fuste permiten la reconstrucción de la historia del crecimiento de un árbol por:

- a) Tumba o apeo del árbol;
- b) Corte de discos a intervalos de unos 2 m a lo largo del fuste.
- c) Conteo cuidadoso y medición de los anillos de crecimiento, en los discos.

Una gran cantidad de información sobre la dinámica de un rodal, puede ser obtenida del análisis del fuste, en donde el principal interés radica en la reconstrucción histórica del crecimiento de un rodal (14).

El procedimiento solamente es posible en climas estacionales y con especies que produzcan anillos claramente definidos (14)

Para la reconstrucción del crecimiento de la altura, solamente se necesita anotar la altura de la medición y contar los anillos. Esto puede hacerse en el campo con poca dificultad (14).

Cuando los anillos no son tan claros, deben cortarse discos, y marcar claramente en el campo tanto su punto de origen en el árbol, como orientación y llevarlos al laboratorio para su evaluación por uno de los 2 métodos siguientes:

- a) Pulido del disco, seguido de un conteo de anillos a lo largo de dos ejes, utilizando un microscopio.
- b) Conteo de dos muestras en cruz, con un análisis subsiguiente por densidometría con rayos x.

Tanto en el caso (1) como en el caso (2), debe comprobarse la presencia de anillos falsos o muy difusos por confrontación con registros climáticos. En el caso (2), el cual produce una estimación numérica de la anchura del anillo y densidad, es posible obtener correlaciones directas con variables climáticas (14).

La edad a la cual el árbol alcanza una altura determinada, está dada por el número de anillos en la base del árbol menos el número de anillos a dicha altura. Así la altura puede plotearse directamente en relación con la edad del árbol (14).

4.1.4.5.1 Medición de anillos de crecimiento

Cuando existan anillos de crecimiento, pueden utilizarse para estimar el incremento. El método más práctico, es usar secciones de árboles apeados tomadas a la altura del pecho. La anchura de los últimos tres o cuatro anillos anuales debe ser medidas en dos diámetros perpendiculares de la sección. Los diámetros deben ubicarse a lo largo de los ejes mayor y menor, si la sección es elíptica. Esto da el incremento periódico bajo corteza. Es necesario construir una regresión que relacione las mediciones directas del diámetro bajo corteza, con las mediciones del diámetro sobre corteza medido con cinta, para hacer compatible los incrementos bajo la corteza con las mediciones normales del diámetro a la altura del pecho (14).

El incremento puede estimarse también por medio de muestras barrenadas en los árboles, pero esto está propenso a numerosos errores, especialmente en los árboles de madera blanda. La muestra barrenada puede estar dilatada o espiralmente comprimida. Puede también que no sea radial (14).

A causa de las dificultades en contar los anillos de crecimiento de maderas tropicales frecuentemente se requiere utilizar microscopios calibrados o densidímetros de rayos x y utilizar secciones completas. El uso de aparatos barrenadores no es usualmente conveniente (14).

4.2 Marco referencial

4.2.1 Aspectos generales del Pino Caribe

4.2.1.1 Descripción de la especie

Por muchos años existió gran confusión en cuanto a la sistemática del pino caribe. Sin embargo, Barret y Golfari (1962) dieron solución al problema, subdividiendo la especie en tres variedades, cada una de las cuales posee un ámbito de distribución y características fenológicas muy propias. El cuadro 1 presenta un resumen de estas características (17).

Cuadro 2. Subdivisión de *Pinus caribaea* (Morelet) en variedades, según Barret y Golfari (1962).

CARACTERISTICAS	VARIETADES		
	Caribaea	Hondurensis	bahamensis
Hojas	Con 3 agujas, raro 4 por fascículo.	Con 3 agujas, a veces 4 o 5 por fascículo	con 2 o 3 agujas por fascículo
Tamaño de Conos	5 a 10 cm	6 a 14 cm	4 a 12 cm
Semilla	Semillas con ala adherente	Semillas con ala articulada y se desprende fácilmente	Semilla con ala articulada, raramente adnata
Habitat	Isla de Pinos y Pinar del Rio, costa de Cuba	Vertiente Atlántica de Belice, Guatemala, Honduras y Nicaragua	Isla Bahamas, Grand Bahama, Great Abaco Andros, Caicos New Providence
Altitud (msnm)	45 a 355	0 a 850	0 a 30
Temp. Media (°C)	24.5 - 25.5	20 - 27	25 - 27
clima	Sub-húmedo	Sub-húmedo Per-húmedo	Sub-húmedo
PPT (mm/año)	1200 - 1600	950 - 3500	750 - 1300
Meses secos/año	6	2 - 6	6 - 7
Suelos	Acidos (pH 4.5 - 6)	Acidos (pH 4.6 - 6.5)	Acidos (pH 7.5 - 8.5)

El *Pinus caribaea* var *hondurensis* es la variedad de más amplia distribución geográfica, es también una de las especies forestales de gran potencial económico para la producción forestal en el área centroamericana (17).

El árbol puede alcanzar hasta 45 m de altura y 100 cm de diámetro. Presenta corteza grisácea cuando joven; rugosa,

resquebrajada en surcos longitudinales y de color oscuro en árboles adultos. Las hojas son aciculares de 1.0 a 1.5 mm de espesor y 13 a 33 cm de largo, con dos a cinco canales resiníferos internos. Estas vienen agrupadas en fascículos de tres agujas y en ocasiones excepcionales dos o cuatro. Las vainas de los fascículos son de 10 a 16 mm de largo, de color castaño claro a pardusco y nunca oscuras o negras. Las flores masculinas son amentos cilíndricos de 25 a 45 mm de largo. Los conos no son persistentes y son de forma oblonga, asimétricos de 6 a 14 cm de largo, de 2.8 a 4.5 cm de ancho, cuando están cerrados y de 6 a 7.5 cm cuando están abiertos. En su área de distribución natural los conos alcanzan su madurez entre junio y julio, en sitios costaneros y de julio a agosto en las tierras altas del interior. Las semillas son angostamente ovoides de 6.5 mm de largo y 3.5 mm de ancho con 2 mm de grosor, su color varía de pardo claro a castaño y hasta negruzco. Las semillas poseen una ala membranosa que se desprende fácilmente y los embriones poseen de 5 a 9 cotiledones. Se estima un total de 50,000 a 60,000 semillas por kilogramo (17).

A nivel comercial el cultivo de la especie ha revelado que las plantas jóvenes del pino caribe, no presentan hojas agrupadas en fascículos hasta los 8 o 10 meses de edad. Asimismo, estas plantas se caracterizan por presentar numerosos brotes adventicios en la base del tronco, los cuales perduran hasta los tres o cuatro años (17).

En plántulas de esta especie se presenta una característica llamada "Cola de Zorro", la cual consiste en un crecimiento anormal del tallo sin ramificaciones en secciones hasta de 10 m. Este comportamiento atípico ha sido observado en sitios fuera de su ámbito de distribución natural (Sudáfrica, Trinidad y Tobago, Guyana Británica, Colombia, Brasil, Costa Rica y Panamá) y principalmente, en semilla procedente de Guatemala y Belice. También se ha observado que fuera de su área de distribución natural la especie no produce semilla abundante, como se ha observado en Venezuela y Costa Rica (17).

4.2.1.2 Distribución natural

El *Pinus caribaea* var *hondurensis* se encuentra en forma natural en numerosos rodales discontinuos y fragmentados desde los 18 grados (Orange Walk, Belice), hasta los 12 grados de latitud norte (Bluefield, Nicaragua), en la vertiente atlántica del istmo centroamericano y Cuba, desde el nivel del mar en las llanuras costeras, hasta las tierras del interior con elevación máxima de 850 m en Honduras y Belice (17).

Pinus caribaea muestra buen crecimiento en climas húmedos de las regiones tropicales; sin embargo en sitios sin una época seca marcada los árboles tienden a formar "cola de zorro" (17).

El pino necesita de la ocurrencia de fuego para que se establezca naturalmente. En sitios donde no se permite la ocurrencia de fuego, los pinares son sustituidos por especies latifoliadas (Wolffsohn, 1983). La especie crece sobre suelos latosólicos, formados a partir de diferentes rocas madre (granitos, areniscas, andesitas y dolomitas). El drenaje de estos sitios varía de bueno en las regiones del interior, hasta deficiente en las llanuras costeras. La reacción de los suelos es ácida y varía entre 6.5 (El Zamorano, Honduras) y 4.3 (Puerto Cabezas, Nicaragua) (17).

Crece en suelos poco fértiles, latosoles y podsoles pardo amarillentos. No crece naturalmente en suelos con drenaje defectuoso, como sitios bajos y planos, con depresión o con una capa dura e impermeable (17).

Esta especie crece óptimamente en suelos con buen drenaje interno y con profundidades de un metro o más. No aparece naturalmente en suelos básicos y tampoco tolera suelos poco profundos y con mal drenaje (17).

Sin embargo, puede crecer moderadamente en suelos poco profundos o en suelos saturados durante seis meses al año,

en estas condiciones, la especie produce muchas raíces laterales que se extienden fuera del radio de la copa. En condiciones naturales el dosel de copas no se cierra; tal condición se presenta únicamente en los mejores sitios (17).

En su ámbito de distribución natural, no se presentan heladas y la calidad de la madera es mejor en sitios con una época seca marcada. En sitios sin un periodo seco definido, la incidencia de árboles con cola de zorro es mayor (17).

4.2.1.3 Factores limitantes

En su distribución natural, los pinares de mayor crecimiento están ubicados por debajo de los 900 m de elevación, en llanuras aluviales y bancos de arena a la orilla de ríos, donde el suelo está cubierto por una capa de limo fino arenoso, con pH entre 4 y 5, buen drenaje y sin competencia de latifoliadas. Tanto Lamb (1973) como Wolffsohn (1983), ambos citados por Vázquez y Salazar (1989), indican que en su ámbito natural, esta especie no tolera suelos pobremente aireados, o suelos con poca profundidad y mal drenaje (17).

La mayoría de las características químicas estudiadas no han sido determinantes en el crecimiento de esta especie, aunque se ha informado de una influencia positiva a aplicaciones de fósforo, boro y potasio, al cobre y magnesio aplicados con NPK y se indica que aplicaciones solas de zinc y manganeso pueden volverse tóxicas (17).

En Malasia, Surinam, Venezuela, Jamaica y Costa Rica, la mayoría de los estudios han indicado que el drenaje, la textura, la profundidad hasta la cual pueden penetrar las raíces y algunas variables relacionadas como el nivel freático, la posición topográfica y la pendiente, fueron las variables identificadas como limitantes del crecimiento para esta especie (17).

4.2.1.4 Mejores procedencias

Los resultados preliminares con *P. caribaea* var *hondurensis* en Costa Rica, indican que el comportamiento de las procedencias fue altamente inestable, de manera que no se puede decir que alguna procedencia de las estudiadas fue la mejor, para los distintos sitios donde fueron plantadas (Mesén, 1990). Sin embargo, el análisis de los resultados indica que en los sitios de alta precipitación (2,600 a 3,400 mm) y con estación seca de uno a dos meses, las mejores procedencias fueron Alamicamba (Nicaragua), Culmí (Honduras) y Poptún (Guatemala), mientras que en los sitios de precipitación media a alta pero con estación seca prolongada (cinco a seis meses), las mejores procedencias fueron Poptún (Guatemala), Mountain Pine Ridge (Belice) y Culmí (Honduras) (17).

Greaves (1980), observó que la incidencia de árboles con "cola de zorro" está correlacionada con la procedencia de la semilla de Poptún, Guatemala y de fuentes semilleras ubicadas en las tierras costeras de Honduras (17).

Los resultados de estos ensayos muestran que para pino Caribe se pueden obtener mayores rendimientos con las procedencias yucul (Nicaragua) y Mountain Pine Ridge (Belice) en regiones húmedas entre 120 y 1160 msnm (17).

4.2.1.5 Usos de la madera

La madera de esta especie posee una coloración clara, con tonalidades que van de amarillo a amarillo-naranja en la albura y naranja oscura a café rojizo en el duramen.

Su madera es de gran versatilidad y puede utilizarse para la producción de leña, carbón, postes para tendido de redes telefónicas o eléctricas. Otros usos son: Pulpa para papel, parquet o (parqué) para pisos, láminas para contrachapados, madera para construcción, muebles y artesanías. La resina puede utilizarse en la elaboración de desinfectantes y pinturas (17).

Las opciones de uso dependen de la calidad de la madera; sin embargo, esta no sólo está determinada por factores

genéticos sino también por las condiciones ambientales de los sitios en donde crece. En Costa Rica se ha observado que la resistencia mecánica de la madera, proviene de zonas con una estación seca de cuatro a cinco meses (Atenas, Cañas, Tilarán y Grecia), la cual es superior a la de la madera proveniente de zonas muy húmedas y con una estación seca poco definida (San Carlos, Naranjo y Turrialba). En forma similar, Carpio *et al.* (1987), concluyen que a nivel centroamericano las características anatómicas y las propiedades físicas y mecánicas de la madera y los posibles usos, especialmente en la producción de pulpa para papel, está determinada fuertemente por las condiciones ambientales en donde crece (17).

4.2.1.6 Características de la madera

Existe diferencia entre albura y duramen. El duramen es de color café dorado a café rojizo, la albura es amarillo claro que contrasta con el duramen. Presenta olor característico, no presenta sabor. El hilo es recto, textura fina, brillo de mediano a alto, veteado pronunciado (4).

4.2.1.7 Propiedades físicas

Gravedad específica de 0.55 a 0.62 gr/cm³ (pesada).

Contracción tangencial total 7.8%, Contracción radial total 6.3%, relación contracción tangencial/radial 1.24%, contracción volumétrica 12.9% (4).

4.2.1.8 Propiedades mecánicas

Flexión estática (verde y seco respectivamente): Esfuerzo máximo 703 y 1069 kg/cm², módulo de elasticidad 118.8 x 10³ y 142.8 x 10³ kg./cm² (4).

Compresión paralela a la fibra (verde o seco respectivamente): Esfuerzo máximo 336 y 563 kg./cm² (4).

Esfuerzo cortante (verde y seco respectivamente): Esfuerzo máximo 84 y 132 kg./cm².

Dureza Janka (verde y seco respectivamente): Lateral 372 y 522 kg. (4).

4.2.1.9 Trabajabilidad

Es fácil de aserrar y de trabajar con herramientas manuales y maquinaria para carpintería en general. El alto contenido de resina puede causar problemas en el filo de las cuchillas y dientes cuando se coagula. Es resistente a la extracción de clavos y tornillos; el engomado es satisfactorio (4).

4.2.1.10 Durabilidad

El duramen es moderadamente durable, la albura es susceptible a la mancha azul. En términos generales, se considera una madera susceptible al ataque de insectos (4).

4.2.1.11 Secado

El secado es moderadamente lento con tendencia a presentar rajaduras y astillarse. Se recomienda buena ventilación para evitar la mancha azul. En el secado convencional pueden emplearse programas moderados (4).

4.2.1.12 Preservado

La albura es permeable y fácil de tratar por los sistemas de vacío-presión. El duramen es moderadamente resistente, dependiendo del contenido de resinas; a mayor contenido de resina mayor dificultad para ser preservada (4).

4.2.1.13 Clasificación botánica

De acuerdo a Arthur Cronquist (6), la clasificación botánica del pino caribe es:

Reino..... Plantae (Vegetal)
 Sub-reino..... Embryobionta
 División..... Pinophyta
 Clase..... Pinopsida
 Sub-Clase..... Pinicae
 Orden..... Pinales
 Familia..... Pinaceae
 Genero..... Pinus
 Especie..... Pinus caribaea Morelet.
 Variedad..... hondurensis.

4.2.2 Localización

La plantación en donde se realizó la investigación, se encuentra en la finca Toquelá la cual está localizada en el municipio de Livingston, del departamento de Izabal, con una extensión de 221.08 ha, equivalentes a 4.91 caballerías, colinda al norte con Finca Bufalo, al sur con Fincas Las Carabelas y Las Gemelas, al este con Finca Doctor Paredes y al oeste con Finca Caobal (FORESA). sus coordenadas geográficas son 15°49'05" de Latitud Norte y 89°07'08" de Longitud Este. La finca se encuentra dividida en siete secciones las cuales están separadas por brechas cortafuegos y caminos internos; está repoblada con pino caribe en su totalidad (figuras 1 y 2).

4.2.3 Vías de acceso a los terrenos de la finca

La finca dista de Guatemala 303 Km. A la finca se llega por la ruta que conduce al Atlántico, en donde a la altura del kilómetro 245, en el lugar conocido como la Ruidosa del municipio de Morales, se toma la ruta que conduce hacia Modesto Méndez, a la altura del kilómetro 300 (más o menos 15 km. del puente del Río Dulce), se encuentra la entrada a la finca, la cual dista de la carretera 3 Km. de terracería. La finca cuenta con caminos internos, los cuales son transitables en todo tiempo y conducen adecuadamente a todas las secciones.

4.2.4 Condiciones climáticas

Según el Atlas Forestal (11), se encuentra localizada en la zona de vida de **Bosque muy húmedo subtropical cálido** identificada con la simbología **bmh - S(c)**.

Posee una precipitación pluvial media anual de 3,600 mm y llueve aproximadamente 220 días al año, con una temperatura media anual de 25°C. Humedad relativa de 80%, con una evapotranspiración potencial según Hargreaves de 1600 a 1800 mm y un brillo solar aproximado de 180 a 200 horas/luz, mensual (13).

La región bioclimática según Tonrthwite es A'b'Ar: clima muy húmedo, vegetación selva, con invierno benigno, cálido sin estación seca bien definida.

4.2.5 Relieve

Los terrenos correspondientes a la finca son de relieve ondulado a suavemente ondulado, con elevaciones que van de 60 a 80 msnm (ver figura 3).

4.2.6 Suelos

Pertenecen a la serie de suelos Chocón, los cuales se caracterizan por poseer textura arcillosa, son profundos, color café oscuro o grisáceo, de consistencia plástica, fertilidad natural baja y se encuentran asociados con los suelos Chacalté.

4.2.7 Hidrología

En la finca se localizan dos quebradas de agua, las cuales guardan caudal en época de invierno.

4.2.8 Susceptibilidad a la erosión

La finca presenta zonas de baja susceptibilidad a la erosión, así como zonas de muy alta susceptibilidad a la erosión.

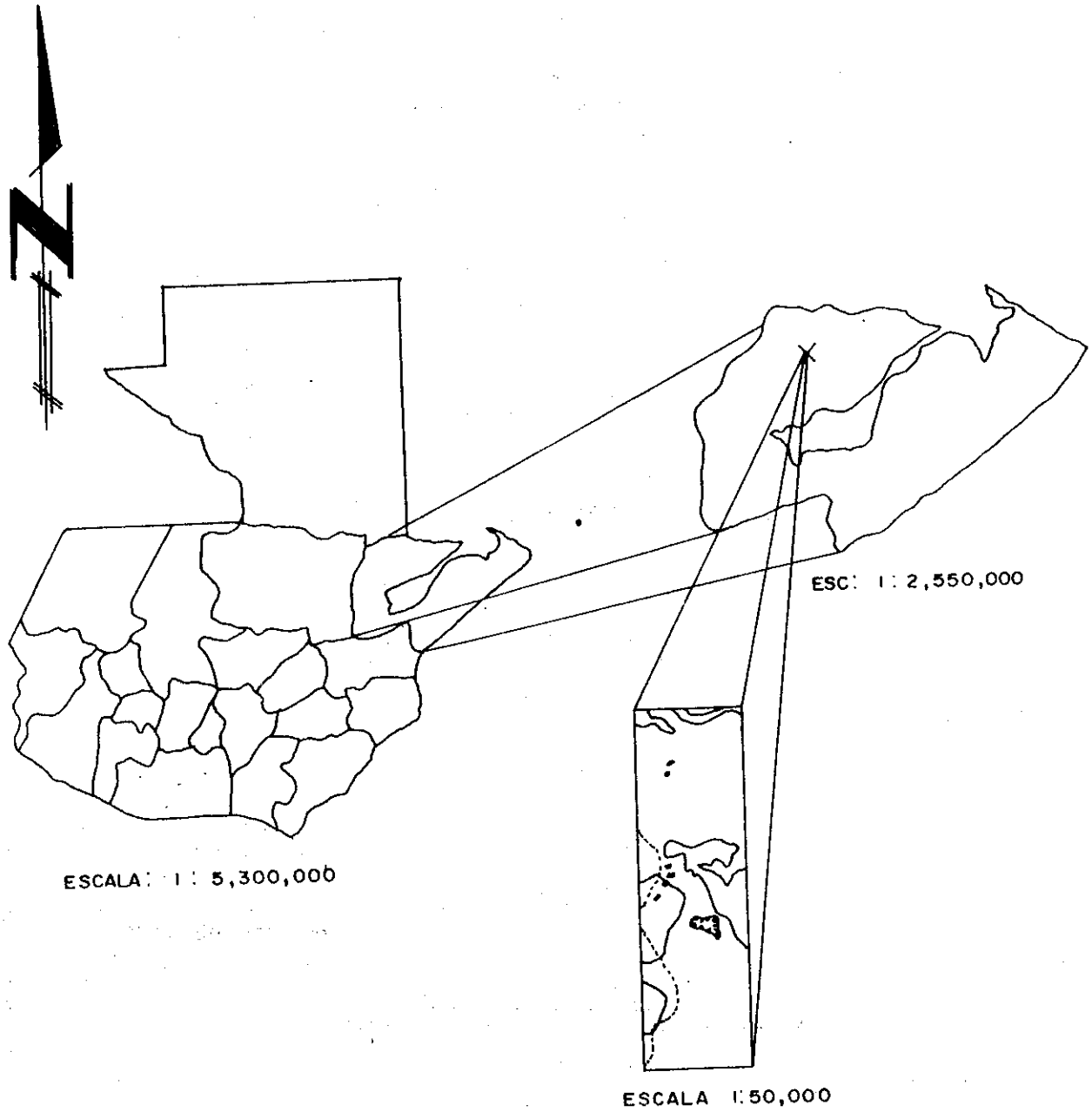
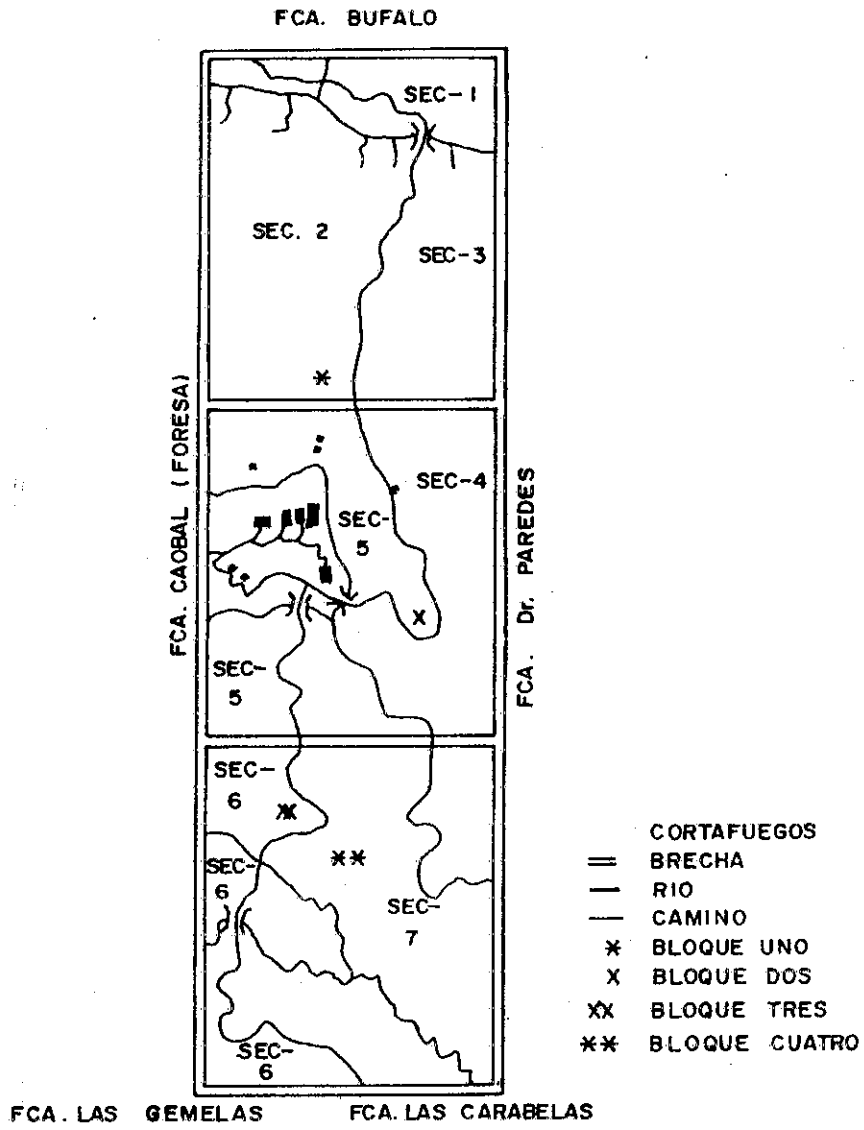


Figura 1. Localización del área de estudio en el mapa de la república de Guatemala.



ESCALA 1 : 20,000

Figura 2. Mapa base de la finca Toquelá, Livingston, Izabal.

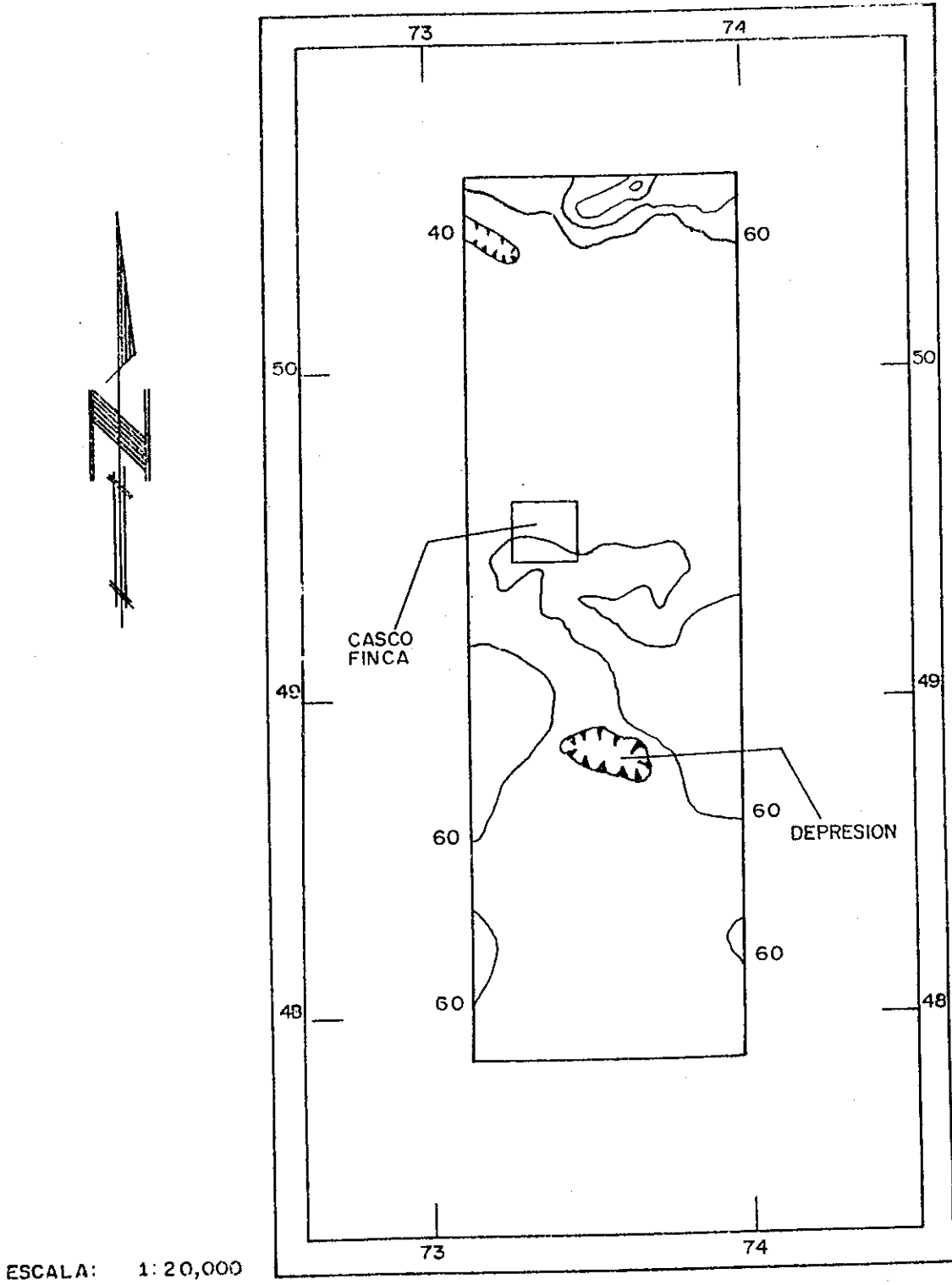


Figura 3. Relieve de la finca Toquelá, Livingston, Izabal

5. OBJETIVOS

5.1 General

Evaluar el efecto de tres intensidades de raleo y tres intensidades de poda en el crecimiento de una plantación de Pino Caribe (*Pinus caribaea* Morelet var hondurensis), en el municipio de Livingston, Izabal

5.2 Específicos

- a) Determinar la mejor intensidad de raleo de las evaluadas, a ejecutar en la plantación
- b) Determinar la mejor altura de copa de las evaluadas, a la cual debe realizarse la poda

6. HIPOTESIS

1. Se espera que la aplicación de tratamientos de raleo, estimule la tasa de crecimiento de la plantación de pino Caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis).
2. Se espera que la aplicación de tratamientos de poda de la copa viva, no influya negativamente en el crecimiento de la plantación de pino Caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis).
3. No existe interacción en cualesquiera intensidades de raleo y poda.

7. METODOLOGIA

7.1 Definición del marco de estudio

El estudio se realizó en las secciones dos, cinco, seis y siete debido a que no han sido intervenidas silviculturalmente.

Las extensiones de las secciones son las siguientes:

Sección Extensión

1	11.00 ha
2	45.07 ha
3	26.58 ha
4	30.25 ha
5	37.98 ha
6	19.44 ha
7	50.76 ha

El proyecto de reforestación Toquelá, fue aprobado para su ejecución el 2 de febrero de 1988 mediante resolución de INAFOR No. GG-231-88.

La producción de plántula se realizó utilizando semilla de procedencia "Poptún".

La plantación fue establecida con un distanciamiento inicial de 2 m x 2 m y una densidad de 2,500 árboles/ha. La edad actual de la plantación es de 6 años.

7.1.1 Manejo de la plantación

El manejo que se le ha dado a la plantación se enmarca principalmente en lo que se refiere al control de plagas y enfermedades especialmente de la Palomilla del brote, Mosca sierra, Gorgojo descortezador y Zompopo, mediante control químico y mecánico (Tumba, descortezado y enterrado de árboles y eliminación manual de pupas y larvas), control de malezas (Chapeo), control de incendios mediante la construcción y mantenimiento de brechas cortafuegos en toda la plantación. En cuanto a tratamientos silviculturales propiamente dichos, únicamente se ha circunscrito a podas con el fin de facilitar las tareas de campo y la eliminación de árboles infestados por plagas, esto también en las secciones en donde se realizó el experimento.

7.2 Tamaño y forma de la parcela

7.2.1 Tamaño de la parcela

Para determinar el tamaño de las parcelas se procedió a la toma de DAP de diferentes árboles, agrupados sucesivamente para la obtención de los parámetros estadísticos que nos permitió establecer el número óptimo de árboles a contener en la unidad experimental así como el área de ésta. A estos datos se les determinó la varianza (s^2), desviación estándar (s), media (\bar{x}) y coeficiente de variación (CV) para los diámetros obtenidos en los diferentes árboles, (ver cuadro 3).

Luego en un eje de coordenadas, se colocaron en las abscisas (X) el número de árboles, y en el eje de las ordenadas (Y), los coeficientes de variación, el tamaño óptimo de parcela está dado por el valor de X en el punto de intersección de máxima inflexión de la curva, cuando los valores de C.V. tienden a ser mas o menos constantes (ver figura 4).

Cuadro 3. Estadísticos de la agrupación de los datos del ensayo en blanco.

Número de Arbol	DAP (cm)	Desviación Estandar	Varianza	Media	Coefficiente de Variación
1	11.2	---	---	---	---
2	6.6	3.253	10.58	8.90	36.55
3	6.4	2.458	6.04	8.40	29.26
4	7.0	2.125	4.52	8.05	26.40
5	5.4	2.189	4.79	7.52	29.11
6	8.8	2.026	4.11	7.73	26.20
7	5.3	2.066	4.27	7.38	27.97
8	14.3	3.104	9.63	8.25	37.62
9	14.6	3.593	12.91	8.96	40.12
10	8.7	3.388	11.48	8.93	37.94
11	10.6	3.254	10.59	9.08	35.83
12	16.0	3.689	13.61	9.66	38.20
13	9.6	3.533	12.48	9.65	36.50
14	11.0	3.413	11.65	9.75	35.00
15	10.8	3.300	10.89	9.82	33.60
16	7.6	3.235	10.47	9.68	33.43
17	10.7	3.140	9.88	9.74	32.26
18	9.4	3.050	9.30	9.72	31.37
19	10.7	2.970	8.84	9.77	30.42
20	11.6	2.920	8.54	9.87	29.62
21	11.8	2.880	8.29	9.96	28.92
22	6.7	2.890	8.38	9.81	29.51
23	10.9	2.840	8.05	9.86	28.78
24	10.2	2.780	7.70	9.87	28.12
25	10.1	2.720	7.39	9.88	27.50
26	10.6	2.670	7.11	9.90	26.91
27	7.5	2.660	7.05	9.82	27.04
28	13.6	2.700	7.30	9.95	27.14
29	9.1	2.660	7.06	9.92	26.78

Continuación cuadro 3.

30	11.0	2.620	6.86	9.96	26.29
31	8.5	2.590	6.70	9.91	26.11
32	8.9	2.550	6.52	8.90	25.83
33	12.9	2.570	6.59	9.97	25.74
34	7.4	2.565	6.58	9.90	25.92
35	6.9	2.580	6.65	9.81	26.28

Posteriormente se plotearon en un eje de coordenadas los valores correspondientes al coeficiente de variación en el eje de las "y" y el número de árboles en el eje de las "x", con lo cual se obtuvo la figura siguiente:

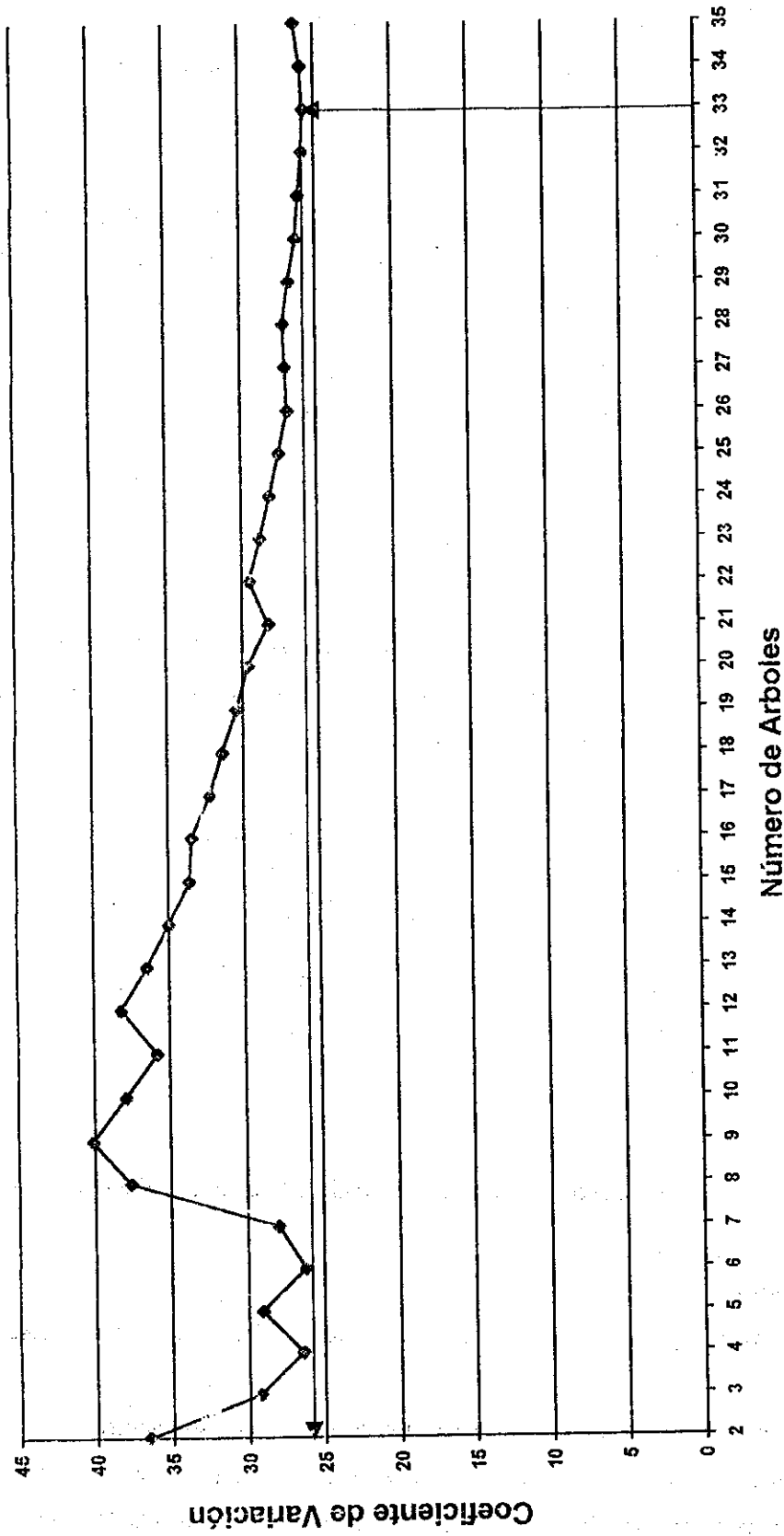


Figura No. 4 Determinación del tamaño óptimo de parcela en la evaluación inicial del efecto de tres intensidades de raleo y tres de poda en una plantación de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis. Livingston. Izabal.

De acuerdo a los resultados, el número óptimo es de 33 árboles en la unidad experimental, pero para efectos de mayor confiabilidad y considerando el efecto de borde, se tomó un número de 64 árboles para la parcela total que equivale a un área de 256 m², y 36 árboles para la parcela neta que equivale a un área de 144 m². En el apéndice 10 se presenta la ubicación de los árboles dentro de una repetición.

7.2.2 Forma de la parcela

Las parcelas fueron levantadas de forma cuadrada. Las de formas rectangulares o cuadradas son más adecuadas para tamaños mayores de 0.01 hectárea; mientras que las circulares son más rápidas de ubicar para tamaños inferiores de 0.01 hectárea en rodales poco densos y 0.05 hectárea en rodales densos (1).

7.3 Determinación del número de parcelas

El número de parcelas se determinó con base a la fórmula de un arreglo combinatorio 3ⁿ, la cual es:

$$3^2 = 9$$

en donde:

3 = Número de niveles de cada factor

2 = Número de factores

Debido a que se evaluaron dos factores; Intensidades de raleo (Factor A) e Intensidades de poda (Factor B), con tres niveles cada uno, nos da un arreglo combinatorio 3² entonces el número de tratamientos es igual a 9. Como los tratamientos fueron repetidos cuatro veces, nos dio un número total de 36 parcelas, con las áreas que se describen en el cuadro 4.

Cuadro 4. Área y número de árboles por unidad experimental.

Unidad de muestreo	Área (m ²)	Número de árboles
Parcela bruta	256	64
Parcela neta	144	36
Repetición	2304	576
Ensayo	9216	2304

7.4 Distribución de las parcelas

Las parcelas fueron distribuidas dentro de las secciones de acuerdo al arreglo del diseño experimental y basado en la composición de la plantación.

7.5 Frecuencia y época de las mediciones

Las mediciones se realizaron antes de la aplicación de los tratamientos, a cuatro, ocho y doce meses después de todas las intervenciones.

La primera medición para determinar las variables de la plantación y estimar los distintos tratamientos se llevó a cabo durante la última semana de febrero de 1995. La aplicación de los tratamientos se realizó durante la semana del 27 al 31 de marzo de 1995. La segunda medición se realizó durante la semana comprendida del 24 al 28 de julio de 1995, la tercera medición se realizó durante la semana del 27 de noviembre al 1 de diciembre de 1995 y la cuarta medición se realizó durante la

semana del 25 al 29 de marzo de 1996. En las mediciones se tomó el DAP y altura de todos los árboles dentro de la parcela.

7.6 Diseño de tratamientos a evaluar

7.6.1 Raleos

Para la evaluación del efecto de los tratamientos de raleo, se utilizó el Índice Hart (S%), las intensidades utilizadas fueron las siguientes: S% = Actual (A), S% = 22 y S% = 28, debido a que el Índice de Hart establece que entre 20 y 30 % del espaciamiento, una plantación puede crecer adecuadamente sin competencia, por lo que se tomaron valores extremos para determinar la respuesta de la plantación a dichos espaciamientos.

7.6.2 Poda

Para la evaluación del efecto de podas, esta se hizo a las siguientes intensidades: sin poda (SP), 1/3 y 1/2 de la altura de la copa viva.

Considerando los tratamientos de Raleo y Poda, los tratamientos aplicados fueron:

Cuadro 5. Combinación de tratamientos evaluados.

Intensidades de Poda (Altura de Copa)	Intensidad de Raleo		
	Espaciamiento Actual	22% de Espaciamiento	28% de Espaciamiento
Sin Poda	S% A, S.P. (T1)	S% 22, S.P. (T2)	S% 28, S.P. (T3)
1/3	S% A, 1/3 h (T4)	S% 22, 1/3 h (T5)	S% 28, 1/3 h (T6)
1/2	S% A, 1/2 h (T7)	S% 22, 1/2 h (T8)	S% 28, 1/2 h (T9)

7.7 Diseño experimental

La presente investigación se realizó utilizando un **Diseño en Bloques Al Azar**, con arreglo **combinatorio**, en el cual se evaluaron dos factores y sus respectivos niveles con cuatro repeticiones.

7.7.1 Asignación de los tratamientos a las unidades experimentales

Los tratamientos se asignaron a las unidades experimentales, mediante aleatorización. Esto fue tanto para los bloques dentro de la unidad experimental total, como para las parcelas dentro de cada bloque y para los tratamientos dentro de las parcelas y bloques (ver figura apéndice 11). El cuadro siguiente presenta la distribución de los tratamientos dentro de las unidades experimentales.

Cuadro 6. Asignación de los tratamientos a las unidades experimentales.

Parcela/Bloq	I	II	III	IV
1	T = 9	T = 2	T = 6	T = 2
2	T = 6	T = 6	T = 4	T = 9
3	T = 4	T = 7	T = 3	T = 1
4	T = 3	T = 8	T = 1	T = 3
5	T = 1	T = 4	T = 9	T = 4
6	T = 2	T = 3	T = 2	T = 8
7	T = 7	T = 9	T = 8	T = 6
8	T = 8	T = 5	T = 7	T = 5
9	T = 5	T = 1	T = 5	T = 7

7.7.2 Modelo estadístico

El modelo estadístico que sustenta la base del presente diseño es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_j + \beta_k + \alpha\delta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

- Y_{ijk} = Rendimiento de la ijk - ésima unidad experimental
- μ = Valor de la media general de rendimiento
- α_i = Efecto del i - ésimo método de raleo
- δ_j = Efecto de la j - ésima intensidad de poda
- β_k = Efecto del k - ésimo bloque
- $\alpha\delta_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i - ésimo método de raleo y la j - ésima intensidad de poda
- ϵ_{ijk} = Error experimental de la ijk - ésima unidad experimental.

7.7.3 Variables de respuesta

Para este caso se evaluaron los resultados a través de las variables respuestas: diámetro, altura, área basal y volumen medio.

7.8 Delimitación y trazo de los bloques y parcelas

El trazo de los bloques se realizó en función del número de parcelas, por consiguiente estos se orientaron en forma perpendicular a la pendiente. Las parcelas se trazaron de 16×16 m (256 m²).

Los bloques se ubicaron en cuatro puntos distintos, los cuales difieren en características de fisiografía del lugar (especialmente porcentaje de pendiente).

El trazo se hizo mediante el uso de brújula, alidada y cinta métrica con el objeto de darle las dimensiones deseadas.

La delimitación se realizó marcando tres árboles de cada vértice de la parcela con cinta de color azul, así como mediante el uso de estacas, las cuales quedaron permanentemente en el lugar para mejor localización de las mismas.

7.9 Marcación de los árboles para raleo

Antes de ejecutar un raleo es necesario marcar los árboles que se eliminarán. este paso es importante ya que debe decidirse cuáles árboles dejar y cuales eliminar. La marcación se hizo utilizando cinta de color rojo, amarillo y azul, el color azul se utilizó para delimitar los vértices de las parcelas, el color rojo para marcar los árboles a ralear y el color amarillo para marcar los árboles a dejar en cada parcela.

Para la marcación se hizo siguiendo la metodología propuesta por Galloway (10), la cual consiste en un sistema de cajas. Esta no es más que avanzar por la plantación entre dos hileras de árboles. Este sistema es bien aplicable en plantaciones ya que se pretende reducir la densidad pero al mismo tiempo dejar bien ordenado el rodal. Los vacíos encontrados en las hileras, se consideraron como árboles a ralear.

7.10 Mediciones antes del raleo

7.10.1 Determinación de la altura

La altura se midió con un Hipsómetro (Suunto) y se tomaron las alturas de todos los individuos presentes en cada una

de las parcelas. La altura dominante se determinó del promedio de la altura de los 3 árboles más gruesos por parcela, partiendo de la relación de 100 árboles por hectárea.

7.10.2 Determinación del área basal

El área basal no es más que el área de la sección transversal del árbol a una altura de 1.30 (DAP). Se determinó el área basal mediante la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

En donde:

D = Diámetro medio por parcela (en m)

7.10.3 Determinación de la intensidad de raleo por medio del método del índice de Hart

Este se realizó utilizando la forma siguiente:

$$\text{Índice de Hart} = (a/h) \times 100$$

En donde:

a = espaciamiento medio actual de la plantación

h = Altura dominante (de los 3 árboles más gruesos por tratamiento)

El número de árboles a dejar después de los raleos se calcula mediante la siguiente relación:

$$\text{Número de árboles a dejar por tratamiento} = 144 \text{ m}^2 / R \text{ m}^2$$

En donde:

144 m² = área de la parcela

R² = área que ocupará cada árbol después del raleo.

Entonces el número de árboles a cortar fue la resta de la densidad inicial menos el número de árboles calculados anteriormente, finalmente se determinó el Porcentaje de Raleo de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de Raleo} = \frac{\text{número de árboles a cortar}}{\text{Densidad inicial}} \times 100$$

7.10.4 Determinación de la intensidad de poda

La intensidad de poda se determinó a partir de la altura de copa del árbol, mediante la determinación de la altura total de cada árbol y la diferencia de esta altura y la del fuste sin ramas, a la altura de copa se le determinó la intensidad a la cual fue podada de acuerdo a la distribución de las diferentes intensidades.

7.10.5 Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistics Analysis System).

Los datos provenientes de cada medición dentro de cada tratamiento fueron inicialmente sometidos a un análisis de varianza (ANDEVA) para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas y luego sometidos a una prueba múltiple de medias de TUKEY para establecer el mejor tratamiento. Así mismo los datos fueron sometidos a un análisis de covarianza (ANCOVA), debido a que no se partió del mismo valor de área basal para cada tratamiento y repetición, tomando como covariable el área basal existente en la plantación inmediatamente después de aplicados los tratamientos, posteriormente

los resultados que dieron significancia fueron sometidos a una prueba múltiple de medias para determinar el mejor tratamiento.

7.10.6 Análisis fustal

Para la realización del análisis fustal se tomaron dos árboles por cada clase diamétrica presentes en cada tratamiento del experimento y luego se tumbaron (de acuerdo al raleo) a ras del suelo. Para este caso se evaluaron aproximadamente 2 árboles por repetición, considerando que en algunas repeticiones los individuos eliminados no reunían las características adecuadas para el análisis.

En la cara superior de cada sección de fuste, se realizó el conteo de anillos a lo largo de dos diámetros perpendiculares, este conteo se hizo en el campo inmediatamente después de seccionado el fuste con motosierra, debido a que en ese momento se observaban perfectamente bien los anillos de crecimiento. A cada sección se le tomó el diámetro con y sin corteza para la obtención de los correspondientes coeficientes (mórfico y de corteza). Así mismo con base a las mediciones que se efectuaron, se obtuvo el volumen real y las variables relacionadas con la edad (incrementos).

El volumen real se obtuvo para cada una de las secciones de los árboles evaluados mediante la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{(AB + ab) \times L}{2}$$

En donde:

AB = Área basal en la parte más ancha de la sección

ab = Área basal en la parte más angosta de la sección

L = Longitud de la sección o troza

El volumen total del árbol se determinó mediante la sumatoria de los volúmenes de todas las secciones de fuste.

El incremento en diámetro se estimó dividiendo el DAP de cada árbol dentro de la edad de la plantación. El incremento en DAP fue el promedio del número de todos los árboles.

Para el cálculo del incremento en área basal se utilizó la misma metodología que para el cálculo del incremento en diámetro.

Para el incremento en altura o volumen se obtuvo dividiendo la altura total del árbol o volumen total, dentro de la edad total del árbol.

La edad en altura se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$X = NAB - NAX$$

En donde:

NAB = Número de anillos en la base del árbol

NAX = Número de anillos a la altura X.

Para determinar el factor de corteza, se analizaron 34 árboles provenientes de la aplicación de los diferentes tratamientos de raleo, los cuales fueron seccionados a 1.3 m y luego a 1.0 m hasta el largo total del fuste limpio, luego les fueron tomados datos de DAP, grosor de corteza a cada una de las secciones en que fue dividido el árbol.

El factor de corteza no es más que la relación que existe entre el diámetro con y sin corteza, a partir de la siguiente fórmula:

$$K = (DAP \times DAP_{sc}) / (DAP)^2$$

Para la estimación del factor de forma, se analizaron los mismos árboles que para el factor de corteza seccionándolos y analizándolos de igual forma. Con los datos de diámetro y altura, se obtuvo el volumen real de cada árbol analizado y luego mediante la relación entre este y el volumen de un cilindro regular a partir del DAP (1.3 m), se obtuvo el factor de forma.

El factor de forma o factor mórfico, se obtuvo mediante la fórmula siguiente:

$$ff = \text{Vol. real del árbol} / \text{Vol. de un cilindro}$$

7.10.7 Determinación de los factores del medio físico

Para la determinación de los factores del medio físico, especialmente el medio edáfico, se hizo mediante la lectura de los perfiles del suelo, para ello se abrió una calicata en cada uno de los sitios en donde se levantaron los diferentes bloques, se hizo la lectura correspondiente y luego se tomaron muestras las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Suelos del ICTA.

7.10.8 Determinación de la calidad de sitio

Según Alder (1), esta puede hacerse por varios métodos y entre ellos el más usado es mediante la determinación del Índice de Sitio, el cual es un buen indicador de la calidad de sitio.

Para ello existen diferentes metodologías entre ellas la más frecuentemente utilizada y la cual se utilizó en esta investigación es el uso de la altura dominante como indicador del sitio. La altura promedio de un rodal es usualmente sensitiva a la clase de sitio.

La altura dominante es la altura promedio de los 100 árboles más gruesos/ha, llamada también "Altura tope".

Para la determinación del IS se hizo mediante la función de índice de sitio propuesta por Schumacher (1965), que es la siguiente:

$$\ln H_o = a + \frac{b}{A^k}$$

En donde:

H_o = Altura de los árboles dominantes en una parcela.

a , b y k = parámetros a ser ajustados.

A = Edad del rodal.

Los datos agrupados de los diferentes análisis fustales, se procesaron de acuerdo a la metodología propuesta por Alder (1), mediante el uso del paquete SiNDEX, del programa PALMER.

8. RESULTADOS Y DISCUSION

8.1 Situación de las parcelas antes y después de la aplicación de los tratamientos

Previo a la aplicación de los tratamientos, se llevó a cabo la medición de los individuos presentes en cada uno de los tratamientos, siendo está en altura y diámetro, con el objeto de determinar las variables dasométricas de la plantación en cada uno de los anteriores tratamientos. El resumen de los resultados se presentan en los cuadros 7, 8, 9 y 10. Los datos por parcela a partir de los cuales se obtuvieron las medias de los cuadros antes mencionados se presentan en el apéndice I.

Como puede observarse, el índice de raleo que se utilizó en los tratamientos considera precisamente el espacio necesario para crecer, dependiendo de la altura de los árboles y su distanciamiento medio. De esta forma, diferencias iniciales entre estas variables en los bloques, fueron compensadas con la aplicación del índice utilizado.

A simple vista como puede observarse, la densidad media oscila entre 2,083 y 2,153 árboles por hectárea, que para una edad de seis años ya es una densidad considerable. Por su parte el área basal oscila entre 22.3 y 35.3 m² la cual es casi seguro que sea la máxima capacidad de carga de área basal para los sitios evaluados.

El índice de Hart promedio oscila entre 17 y 20% por debajo del S% recomendado para la especie. En otras palabras, para esas condiciones y de acuerdo al índice de Hart ya se hace necesario un raleo para favorecer el crecimiento en área basal de los individuos mejor conformados.

Cuadro 7. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque I.

Tratamiento	Antes del raleo				Después del raleo				Porcentaje de Raleo En Area Basal
	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	
S%22,SP	32	12.88	10.00	0.4160	17	14.19	11.00	0.221	47
S%28,SP	29	14.45	9.37	0.4756	12	15.14	10.22	0.1968	59
S%22,1/3 h	28	14.21	8.23	0.4452	18	14.46	8.94	0.2862	36
S%28,1/2 h	30	14.32	10.74	0.4830	10	15.76	11.35	0.1610	67
S%22,1/2 h	32	14.15	9.68	0.5024	19	14.40	10.19	0.2983	41
S%28,1/2 h	33	13.80	10.80	0.4950	10	15.00	10.97	0.1500	70

Del cuadro 7 se deduce que la altura aumentó entre un 1.5 y 10%, el DAP aumentó entre 1.7 y 10%. A pesar de que los valores de área basal disminuyen, estos se encuentran distribuidos entre árboles de mejor calidad.

Cuadro 8. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque II.

Tratamiento	Antes del raleo				Después del raleo				Porcentaje de Raleo En Area Basal
	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	
S%22.SP	28	11.68	8.46	0.2884	21	12.22	8.84	0.2163	25
S%28.SP	28	11.26	8.40	0.2772	9	11.18	8.96	0.0891	68
S%22.1/3 h	32	11.83	8.60	0.3520	16	13.19	9.48	0.1760	50
S%28.1/2 h	33	12.30	9.12	0.3927	8	13.75	9.80	0.0952	76
S%22.1/2 h	29	11.62	8.50	0.3074	23	12.21	8.78	0.2332	24
S%28.1/2 h	34	10.18	7.96	0.2574	12	11.32	8.90	0.0972	65

En el cuadro 8 se determina que el DAP aumentó de un 4.6 a 11.8%, la altura de un 3.3% a 11.8%. Aunque el área basal disminuye con la aplicación de los tratamientos, esta se distribuye entre los mejores individuos.

Cuadro 9. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque III.

Tratamiento	Antes del raleo				Después del raleo				Porcentaje de Raleo En Area Basal
	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	
S%22.SP	31	12.78	6.81	0.3968	22	13.46	7.44	0.2816	29
S%28.SP	27	12.66	7.32	0.3402	17	12.59	7.72	0.2142	37
S%22.1/3 h	32	13	8.08	0.4256	16	14.59	8.83	0.2128	50
S%28.1/2 h	33	13.36	8.54	0.4620	14	14.00	8.77	0.1960	58
S%22.1/2 h	31	12.2	7.74	0.3627	22	13.40	8.16	0.2574	29
S%28.1/2 h	31	13.73	8.00	0.4588	18	14.62	8.43	0.2664	0.58

De los datos del cuadro 9, se determinó que el DAP incrementó de 5.2 a 12.2%, la altura de 3.15 a 12.7%. A pesar que el área basal decrece, esta se encuentra concentrada en menor número de individuos de mejor calidad.

Cuadro 10. Comparación dasométrica de los tratamientos en el bloque IV.

Tratamiento	Antes del raleo				Después del raleo				Porcentaje
	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	Arb/parc	Diámetro (cm)	Altura (m)	Area Basal (m ² /parc)	En Area Basal
S%22.SP	30	12.50	6.76	0.3690	27	13.26	7.21	0.3321	10
S%28.SP	30	10.36	7.48	0.2520	16	12.15	8.43	0.1344	47
S%22.1/3 h	28	10.00	7.30	0.2212	25	10.43	7.57	0.1975	11
S%28.1/2 h	30	12.30	8.40	0.3570	18	14.21	9.06	0.2142	40
S%22.1/2 h	33	12.28	7.82	0.3894	26	13.05	8.53	0.3068	21
S%23.1/2 h	35	12.30	8.55	0.4165	14	15.63	9.43	0.1666	60

Del cuadro 10 se determinó que el DAP aumentó de 4.3 a 27%, la altura de 3.7% a 12.7%. Aunque los valores de área basal decrecen, esta se encuentra distribuida entre árboles de mejor calidad.

8.2 Determinación de la intensidad de raleo por medio del índice de Hart - Becking.

Para la determinación de la intensidad de raleo se procedió para cada tratamiento y cada repetición de acuerdo al procedimiento descrito anteriormente en la metodología, los resultados se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Árboles raleados y altura de poda según tratamiento.

BLOQUE	I		II		III		IV	
TRATAM.	Arboles Raleados	Altura de Poda	Arboles Raleados	Altura de Poda	Arboles Raleados	Altura de Poda	Arboles Raleados	Altura de Poda
S%A.S.P.	0	SP	0	SP	0	SP	0	SP
S%22.S.P.	12	SP	5	SP	9	SP	3	SP
S%28.S.P.	15	SP	13	SP	13	SP	14	SP
S%A.1/3h	0	1/3	0	1/3	0	1/3	0	1/3
S%22.1/3h	9	1/3	15	1/3	14	1/3	2	1/3
S%28.1/3h	22	1/3	25	1/3	17	1/3	12	1/3
S%A.1/2h	0	½	0	½	0	½	0	½
S%22.1/2h	13	½	4	½	7	½	7	½
S%28.1/2h	22	½	21	1/2	12	½	21	½

En el cuadro 11 puede observarse que para el mismo tratamiento existe diferente número de árboles a ralear en cada uno de los bloques, lo cual obedece a la composición en términos de frecuencia (número de árboles) de cada uno de los sitios en donde fueron levantados los diferentes bloques.

8.3 Análisis de los resultados provenientes de las mediciones posteriores a la aplicación de los tratamientos

8.3.1 Análisis de los resultados de campo para la variable Diámetro promedio, obtenidos durante las cuatro mediciones.

En el cuadro 12 se presentan las medias para cada tratamiento y cada medición, así también se presentan los promedios de crecimiento para la variable antes indicada.

Cuadro 12. Medias generales de tratamientos para Diámetro.

Tratam.\Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)	Crecimiento (%)
S%A.S.P.	12.39	12.73	12.82	13.02	5
S%22.S.P.	13.28	13.62	13.90	14.09	6
S%28.S.P.	12.77	14.07	14.15	14.25	11
S%A.1/3h	12.85	13.19	13.33	13.76	7
S%22.1/3h	13.17	13.70	13.86	14.12	7
S%28.1/3h	14.43	14.99	15.21	15.66	8
S%A.1/2h	12.06	12.40	12.73	13.03	8
S%22.1/2h	13.27	13.94	14.22	14.27	7
S%28.1/2h	14.14	14.57	14.74	14.96	6

En el cuadro 12 puede observarse que los tratamientos con raleo presentan las mejores tasas de crecimiento con respecto a los que no involucran raleo, así también se observa que conforme se incluyen los tratamientos de poda, las tasas de crecimiento se reducen de tal forma que llegan a presentar mejores tasas de crecimientos aquellos cuyas intensidades de poda son bajas. Aunque dicha relación no es constante, es probable que la poda haya causado cierta reducción en la tasa de crecimiento.

Los datos de campo obtenidos en cada medición, fueron sometidos a un análisis de varianza, para determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos, en el cuadro 13 se presenta el resumen del ANDEVA:

Cuadro 13. Resumen del ANDEVA para Diámetro.

Fnte. Var.\Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Bloques	*	*	*	*
Raleo	NDS	*	*	*
Poda	NDS	NDS	NDS	NDS
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS	NDS

* = Existen diferencias estadísticamente significativas

NDS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

En el cuadro 13 puede observarse que existen diferencias significativas para los bloques en cada una de las mediciones. Para la variable raleo no existen diferencias significativas para la primera medición, pero si existen para la 2ª, 3ª y 4ª mediciones respectivamente, del análisis anterior se puede decir que se partieron de valores similares de DAP en cada uno de los

tratamientos además es muy probable que los tratamientos de raleo hayan estimulado el crecimiento en DAP. No existen diferencias significativas para podas y para la interacción.

Las medias de tratamientos de raleos fueron sometidas a una prueba de Tukey, cuyo resumen se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14. Resumen de la prueba de Tukey, para Diámetro.

Int. Ral. Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Espaciamento Actual	-----	B	B	B
22% Espaciamento	-----	A	A	B
28% espaciamento	-----	A	A	A

Tratamientos con la misma letra, no presentan diferencias significativas

En el cuadro 14 se puede observar que en la segunda y tercera mediciones las intensidades S% 22 y S% 28 son iguales estadísticamente y diferentes de la intensidad S% A, las mejores medias las presenta la intensidad S% 28. En la cuarta medición esta relación se pierde ya que la intensidad S% 28 es diferente de las intensidades S% A y S% 22 las cuales son iguales estadísticamente, la mejor media la presenta la intensidad S% 28. Probablemente para DAP, la intensidad S%22 no sea significativa y esta es igualada por el testigo, manifestando los mejores resultados la intensidad S%28.

Con el objeto de determinar la influencia del valor inicial (1ª medición a 0 meses) de área basal, con respecto a las tres mediciones posteriores, se realizó un análisis de covarianza, cuyo resumen se presenta a continuación:

Cuadro 15. Resumen del ANCOVA para Diámetro.

F. V. \ Medición	2ª (4 meses)	3ª (8 meses)	4ª (12 meses)
Bloque	*	*	*
Raleo	*	*	*
Poda	NDS	NDS	NDS
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS
ABCOV	NDS	NDS	NDS

El cuadro 15 indica que estadísticamente la covariable área basal inicial no ejerce ningún efecto sobre los tratamientos que involucran Diámetro, debido a que las diferencias iniciales de ésta, fueron compensadas con los raleos. Así mismo el análisis de covarianza indica que el 71% de la variabilidad del área basal con respecto al DAP, es explicado por este.

8.3.2 Análisis de los resultados de campo para la variable altura promedio, correspondientes a las cuatro mediciones.

En el cuadro 16 se presentan las medias para cada tratamiento y cada medición. Así mismo se presentan las tasas de crecimiento para los tratamientos que involucran raleo.

Cuadro 16. Medias generales de tratamientos para altura.

Trat. Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)	Crecimiento (%)
S% A.S.P.	7.95	8.22	8.58	8.77	10
S%22.S.P.	8.62	8.64	8.74	9.11	5
S%28.S.P.	8.83	9.05	9.13	9.16	4
S% A. 1/3h	8.36	8.45	8.68	8.9	6
S%22. 1/3h	8.71	8.98	9.34	10.0	15
S%28. 1/3h	9.75	9.84	10.02	10.2	5
S% A. 1/2h	7.86	8.33	9.01	9.67	23
S%22. 1/2h	8.92	9.12	9.14	9.46	6
S%28. 1/2h	9.43	10.11	10.34	10.57	12

De acuerdo a los porcentajes del cuadro 16 puede observarse que de los tratamientos sin poda la mejor tasa de crecimiento la presenta el tratamiento sin raleo, para tratamientos con 1/3 de la altura de poda la mejor tasa de crecimiento la presenta el tratamiento con S%22 de índice de raleo y para los tratamientos con 1/2 de la altura de poda la mejor tasa la presenta el tratamiento sin raleo. Probablemente para la variable altura, a mayor intensidad de raleo se manifiesta el efecto de los tratamientos de poda en cuanto a reducción de las tasas de crecimiento; aunque dicho comportamiento no es constante en función de la intensidad de poda, se aprecia que esta ejerce cierto efecto en cuanto al crecimiento en altura.

Los datos de campo obtenidos en cada una de las mediciones, fueron sometidos a un análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos, el resumen del ANDEVA, se presenta a continuación:

Cuadro 17. Resumen del ANDEVA, para la variable altura.

Fnte. Var. Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Bloques	*	*	*	*
Raleo	*	*	*	*
Poda	NDS	*	*	*
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS	NDS

* Existen diferencias estadísticamente significativas
 NDS No existen diferencias estadísticamente significativas.

En el cuadro 17 se aprecia que existen diferencias significativas para raleo en las cuatro mediciones efectuadas, esto indica que no se partió de valores similares de altura para cada tratamiento en cada uno de los sitios; sin embargo este comportamiento se mantiene a pesar de que diferencias en altura fueron compensadas con la aplicación de los tratamientos. en cuanto a poda únicamente existen diferencias significativas durante la 2ª, 3ª y 4ª mediciones. No existe interacción en ninguna de las mediciones efectuadas.

Las medias de los tratamientos de raleo y podas, fueron sometidas a una prueba de Tukey cuyos resúmenes se

presentan a continuación:

Cuadro 18. Resumen de la prueba de Tukey en altura, para raleos.

Int. Ral \ Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Espaciamiento Actual	B	B	B	B
22% Espaciamiento	A	B	B	A
28% Espaciamiento	A	A	A	A

Tratamientos con la misma letra, no presentan diferencias significativas

En el cuadro 18 se aprecia que en la primera medición, las intensidades S% 22 y S% 28 son iguales estadísticamente, pero diferentes de la intensidad S% A, esta situación se repite durante la cuarta medición y en ambas la mejor media la presenta la intensidad S% 28. En la segunda y tercera mediciones, las intensidades S% A y S% 22 son iguales estadísticamente y diferentes de la intensidad S% 28 la cual presenta la mejor media. Es muy probable que no se haya partido de valores similares de altura para cada uno de los tratamientos, sin embargo con la aplicación de los tratamientos dichas diferencias fueron compensadas, lo cual se manifiesta en la segunda y tercera mediciones en donde la intensidad S%22 es igualada por el testigo; sin embargo a 12 meses el efecto de esta se manifiesta igualando a la intensidad S%28. Es muy probable que para altura, intensidades bajas de raleo necesiten mayor tiempo para manifestar su efecto.

De acuerdo al análisis anterior puede decirse que para altura, la intensidad de raleo no es relativamente significativa ya que para este caso raleos a intensidades S% 22 y 28 producen efectos similares en el crecimiento, debido a que la altura es menos susceptible a reducir su crecimiento por efectos de competencia por densidad.

Cuadro 19. Resumen de la prueba de Tukey en altura, para podas.

Int. Poda \ Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Sin Poda	-----	B	B	B
1/3 h	-----	A	A	A
1/2 h	-----	A	A	A

Tratamientos con la misma letra, no presentan diferencias significativas

En el cuadro 19 puede apreciarse que para tratamientos de poda, no existen diferencias en la primera medición. Durante la 2ª, 3ª y 4ª mediciones, se aprecia que las intensidades 1/3 h y 1/2 h son iguales estadísticamente y diferentes de la intensidad S.P., presentando la mejor media la intensidad 1/2 h. Es muy probable que la altura de poda no ejerza ningún efecto negativo en el crecimiento.

En el cuadro 20 se presenta el resumen del análisis de covarianza efectuado para determinar la influencia del valor inicial de área basal sobre el resto de las mediciones.

Cuadro 20. Resumen del ANCOVA, para la variable altura.

F.V. \ Medición	2ª (4 meses)	3ª (8 meses)	4ª (12 meses)
Bloques	*	*	*
Raleo	*	NDS	NDS
Poda	*	*	*
Raleo + Poda	*	NDS	NDS
ABCOV	NDS	NDS	NDS

En el cuadro 20 se observa que la covariable área basal inicial no ejerce estadísticamente ningún efecto sobre el resto de tratamientos que involucran altura, ya que diferencias iniciales de ésta fueron compensadas con la aplicación de los raleos. Por otro lado el análisis de covarianza indica que existe interacción para el tratamiento S%28,1/2h, por lo que presenta la mejor media y que el 76% de la variabilidad del área basal inicial con respecto a la altura es explicada por esta.

8.3.3 Análisis de los resultados de campo para la variable área basal en m² por árbol, correspondiente a las cuatro mediciones.

En el cuadro 21 se presentan las medias por tratamiento y por medición. Dicha variable fue analizada en forma individual, con el objeto de conocer el efecto de los diferentes tratamientos, debido a que el área basal es una medida de la productividad de un sitio y generalmente es expresada por unidad de área.

Cuadro 21. Medias generales de área basal (m²/parcela).

Trat. Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)	Crecimiento (%)
S%A.S.P.	0.0121	0.0123	0.0126	0.0128	6
S%22.S.P.	0.0121	0.0150	0.0150	0.0161	33
S%28.S.P.	0.0117	0.0151	0.0157	0.0157	34
S%A.1/3h	0.0131	0.0136	0.0140	0.0140	7
S%22.1/3h	0.0118	0.0140	0.0142	0.0147	25
S%28.1/3h	0.0135	0.0169	0.0169	0.0177	31
S%A.1/2h	0.0116	0.0124	0.0127	0.0130	12
S%22.1/2h	0.0125	0.0144	0.0148	0.0148	28
S%28.1/2h	0.0125	0.0160	0.0164	0.0171	37

En el cuadro 21 se aprecia que Las mejores tasas de crecimiento las presentan los tratamientos que involucran la mayor intensidad de raleo y de poda.

Aunque este comportamiento no es uniforme para todos los tratamientos, es importante considerar que el raleo estimula el crecimiento individual en términos de área basal. A pesar de que con la aplicación de los tratamientos se

extrae área basal, la remanente se distribuye entre un número menor de árboles mejor conformados, lo cual es beneficioso en términos de productividad por unidad de área.

Los datos de campo provenientes de las cuatro mediciones fueron sometidos a un análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos, el resumen del ANDEVA se presenta en el cuadro 22:

Cuadro 22. Resumen del ANDEVA, para área basal.

Fntc. Var.\Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Bloques	*	*	*	*
Raleo	*	*	*	*
Poda	NDS	NDS	NDS	NDS
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS	NDS

* Existen diferencias estadísticamente significativas
 NDS No existen diferencias estadísticamente significativas.

Como puede apreciarse en el cuadro 22, únicamente existen diferencias significativas para Bloques y tratamientos de raleo en las cuatro mediciones. Los tratamientos de raleo fueron sometidos a una prueba de tukey, el resumen se presenta a continuación:

Cuadro 23. Resumen de la prueba de Tukey para área basal.

Int. Ral.\Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)
Espaciamiento Actual	C	B	B	B
22% Espaciamiento	B	A	B	A
28% Espaciamiento	A	A	A	A

Tratamientos con la misma letra, no presentan diferencias significativas

En el cuadro 23 se aprecia que los tratamientos son estadísticamente diferentes, lo cual indica que no se partió de valores iguales de área basal, a 8 meses de aplicados los tratamientos las intensidades S% A y 22, son estadísticamente iguales y diferentes de la intensidad S%28 la cual presenta la mejor media y a 4 y 12 meses las intensidades S% 22 y 28 son estadísticamente iguales y diferentes de S% A, presentando la mejor media la intensidad S% 28. Como puede apreciarse la aplicación de tratamientos de raleo, compensa las diferencias iniciales por lo que los tratamientos con raleo son diferentes del testigo debido a que se extrajo área basal; posteriormente a 8 meses el testigo iguala al tratamiento S%22 y finalmente a 12 meses dicho tratamiento supera al testigo e iguala a la intensidad S%28, lo cual es muy probable se deba a que con los tratamientos se estimula la tasa de crecimiento en área basal.

En el cuadro 24 se presenta el resumen del análisis de covarianza efectuado para determinar la influencia de la covariable área basal inicial sobre el resto de mediciones.

Cuadro 24. Resumen del ANCOVA, para área basal.

F.V. \ Medición	2ª (4 meses)	3ª (8 meses)	4ª (12 meses)
Bloques	*	*	*
Ralco	*	*	*
Poda	NDS	NDS	NDS
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS
ABCOV	NDS	NDS	NDS

Del cuadro 24 se deduce que la covariable área basal inicial no ejerce ningún efecto sobre el resto de tratamientos de área basal, debido a que estos fueron compensados con la aplicación de los raleos. Por otro lado el análisis de covarianza indica que el 70% de la variabilidad del área basal sobre el resto de tratamientos que involucran área basal, es explicada por esta y aunque existen diferencias de dichos valores para un mismo tratamiento, estas no son significativas como para afectar los resultados posteriores a la aplicación de los tratamientos, siendo esta además una variable sujeta a medición.

8.3.4 Análisis de los resultados de campo correspondientes a volumen en m³ por árbol, durante las cuatro mediciones.

En el cuadro 25 se presentan las medias por tratamiento y por medición. De igual manera que la variable área basal, el volumen fue analizado en forma individual con el objeto de determinar el efecto de los tratamientos ya que el volumen también implica una medida de la productividad de los sitios.

Cuadro 25. Medias generales de volumen.

Trat. \ Medición	1ª. (0 meses)	2ª. (4 meses)	3ª. (8 meses)	4ª. (12 meses)	Crecimiento (%)
S%A,S.P.	0.0516	0.0544	0.0580	0.0600	16
S%22,S.P.	0.0514	0.0688	0.0691	0.0705	37
S%28,S.P.	0.0526	0.0679	0.0729	0.0771	47
S%A,1/3h	0.0580	0.0623	0.0647	0.0663	14
S%22,1/3h	0.0517	0.0658	0.0705	0.0768	48
S%28,1/3h	0.0664	0.0877	0.0915	0.0954	44
S%A,1/2h	0.0548	0.0553	0.0597	0.0727	33
S%22,1/2h	0.0564	0.0665	0.0726	0.0726	29
S%28,1/2h	0.0592	0.0843	0.0900	0.0957	62

En el cuadro 25 puede apreciarse que los tratamientos con raleo presentan las mejores tasas de crecimiento las cuales incrementan conforme se involucran los tratamientos de poda respectivamente. Aunque dicha relación no es constante para cada uno de los tratamientos, es muy probable que dicho comportamiento se deba a que los tratamientos estimulan en cierto grado el crecimiento tanto en altura como en diámetro cuyas variables relacionan la productividad en

área basal y volumen.

Los datos de campo correspondientes a las cuatro mediciones, fueron sometidos a un análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas entre tratamientos, el resumen del ANDEVA se presenta a continuación:

Cuadro 26. Resumen del ANDEVA para volumen.

Fnte. Var. \ Medición	1 ^o . (0 meses)	2 ^o . (4 meses)	3 ^o . (8 meses)	4 ^o . (12 meses)
Bloques	*	*	*	*
Raleo	*	*	*	*
Poda	NDS	NDS	NDS	*
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS	NDS

* = Existen diferencias estadísticamente significativas
 NDS = No existen diferencias estadísticamente significativas.

En el cuadro 26 se aprecia que existen diferencias significativas para bloques y para tratamientos de raleos durante las cuatro mediciones y para tratamientos poda únicamente en la última medición. Es bastante probable que el efecto de las podas se manifieste en forma más lenta para volumen que para el resto de las variables, debido a que la poda no incide negativamente en el crecimiento de la plantación.

Los tratamientos de raleo, y poda (durante la última medición) fueron sometidos a una prueba de Tukey, cuyo resumen se presenta a continuación:

Cuadro 27. Resumen de la prueba de Tukey para volumen.

Int. Ral. \ Medición	1 ^o . (0 meses)	2 ^o . (4 meses)	3 ^o . (8 meses)	4 ^o . (12 meses)
Espaciamiento Actual	A	B	B	B
22% Espaciamiento	B	B	B	B
28% Espaciamiento	B	A	A	A

Tratamientos con la misma letra, no presentan diferencias significativas

En el cuadro 27 se observa que para raleos durante la primera medición, las intensidades S% 22 y 28, son estadísticamente iguales y diferentes a S% A, la mejor media la presenta S% 28. Para la segunda, tercera y cuarta mediciones la intensidad S% 28 es estadísticamente diferente de las intensidades S% A y 22, presentando la mejor media la primera. De lo anterior podemos decir que con la aplicación de los tratamientos las intensidades S% 22 y 28 difieren del testigo debido a que se extrajo volumen, sin embargo la intensidad S%22 es igualada por el testigo los cual es probable que se deba a que para la variable volumen la intensidad S%22 no es significativa.

Para poda, el ANDEVA indica que la intensidad ½ de altura de la copa viva es estadísticamente diferente a las intensidades SP y 1/3 de altura de la copa viva, presentando la mejor media la intensidad ½.

En el cuadro 28 se presenta el resumen del análisis de covarianza efectuado para determinar la influencia del área basal inicial sobre el resto de mediciones.

Cuadro 28. Resumen del ANCOVA, para volumen.

F.V. \ Medición	2ª (4 meses)	3ª (8 meses)	4ª (12 meses)
Bloques	*	*	*
Raleo	NDS	NDS	*
Poda	NDS	NDS	NDS
Raleo + Poda	NDS	NDS	NDS
ABCOV	NDS	NDS	NDS

En el cuadro 28 se observa que el efecto de la covariable área basal inicial no ejerce ninguna influencia sobre tratamientos de volumen, debido a que estas diferencias fueron compensadas con la aplicación de raleos. Por otro lado el análisis de covarianza indica que el 73% de la variabilidad del área basal inicial con respecto al volumen es explicada por esta.

3.4 Análisis fustal

3.4.1 Determinación del factor de forma

El factor de forma, se obtuvo de la media del correspondiente factor de cada árbol, siendo el valor para una la edad de 6 años, el siguiente:

$$ff = 0.53$$

El factor de forma es útil debido a que ajusta el valor estimado de volumen a partir del DAP (volumen del cilindro), a la forma cónica del árbol (volumen real), o de lo contrario se estaría sobre estimando el volumen. Una aplicación práctica del factor de forma es la siguiente:

El DAP promedio para el bloque I es 14.44 cm por lo tanto el volumen a partir de este dato es de 4.849 m³, si a este valor lo multiplicamos por 0.53 que es el valor del factor de forma, el volumen real será 2.57 m³ para el bloque I. De tal manera que si no se utiliza el factor de forma, el volumen se sobre estima casi en un 40%.

El factor de forma varía de acuerdo a la edad debido a que conforme crece el árbol la forma cónica se reduce, por lo que debe hacerse un nuevo cálculo del factor de forma ya que su valor tiende a aumentar.

3.4.2 Factor de corteza

El factor de corteza es la media del correspondiente factor para cada árbol, cuyo valor a la edad de 6 años, es el siguiente:

$$fc = 0.84$$

El factor de corteza es útil para determinar el volumen de madera sin corteza, es decir que un productor puede calcular que volumen de corteza tiene un determinado bosque, para una mejor comprensión utilizaremos el volumen del caso anterior:

El volumen para el bloque I es de 2.57 m³ con corteza, por lo que al multiplicar este volumen por el factor de corteza el volumen para el bloque I es de 2.16 m³ sin corteza, entonces el volumen de corteza es de 0.41 m³

Al igual que el factor de forma, el factor de corteza varía conforme la edad de la plantación, debido a que al crecer el árbol, el espesor de la corteza aumenta y por lo tanto el valor del factor decrece

En el apéndice 3 se presentan los cálculos de cubicación para la determinación de los factores de forma y corteza respectivamente.

8.4.3 Construcción de las gráficas de crecimiento

Para obtener las curvas de crecimiento de cada sitio, se procedió a la realización del análisis fustal de 36 árboles, provenientes de la aplicación de los tratamientos de raleo. Para este caso se procedió a seccionar los individuos de la misma forma que para los numerales 8.3.1 y 8.3.2, tomándose en cada una de las secciones los siguientes valores: diámetro de la sección, longitud de la sección, número de anillos y longitud entre anillos. Para establecer el número de curvas a elaborar, se procedió a estimar la altura dominante de cada bloque y luego mediante las curvas de índice de sitio, se procedió a establecer que existen únicamente dos sitios en el ensayo, por lo que se tabularon los datos de la sección con el I.S. I y por aparte los datos de las secciones con el I.S. II. En el apéndice II se presenta la tabulación de datos del análisis fustal, con lo cual se construyeron las curvas siguientes:

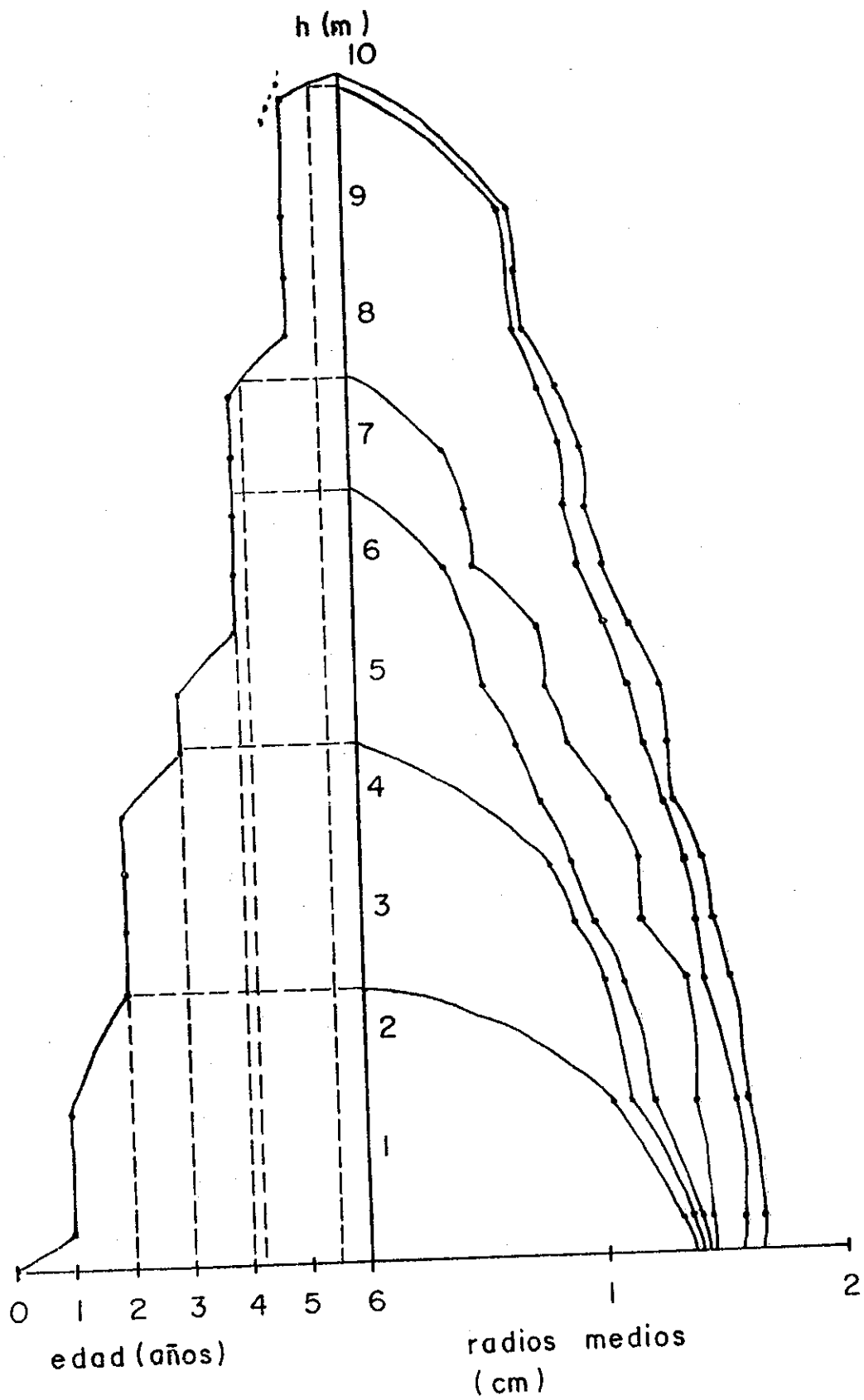


Figura 5. Gráfica que muestra el crecimiento individual de un árbol en el sitio I (Bloques I, Sección 2).

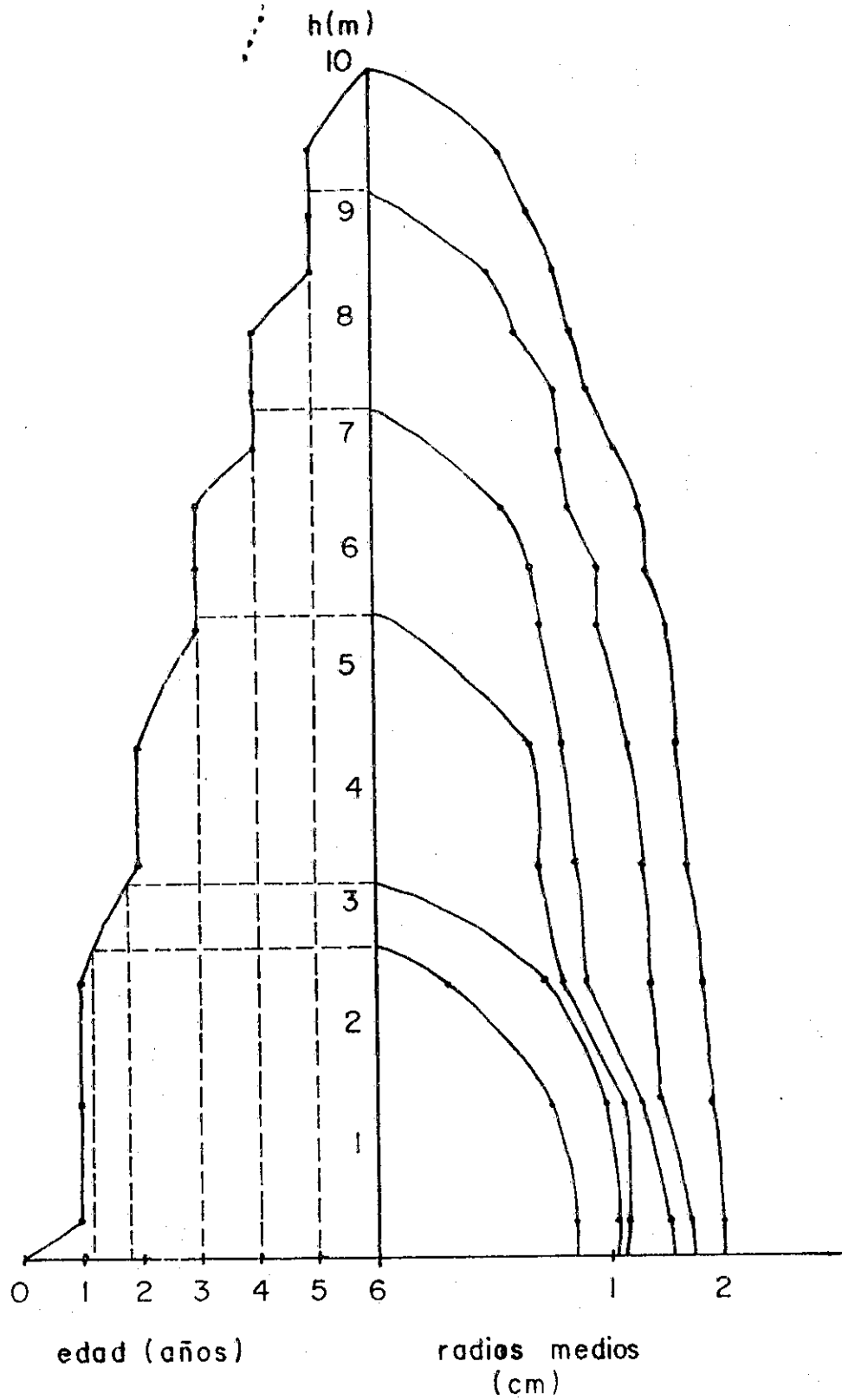


Figura 6. Gráfica que muestra el crecimiento individual de un árbol en el sitio II (Bloques II, III y IV, Secciones 5, 6 y 7).

En las figuras 5 y 6 se presenta el crecimiento individual de un árbol en cada uno de los sitios, cuyos valores de crecimiento en diámetro y altura, a las diferentes edades, se presenta en el cuadro 29.

Cuadro 29. Crecimiento individual según figuras 5 y 6 para los sitios I y II.

SITIO I			SITIO II		
Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (cm)	Edad (años)	Altura (m)	Diámetro (cm)
1	1.3	7.86	1	2.3	5.23
2	3.8	4.4	2	4.3	3.78
3	4.8	3.76	3	6.3	2.5
4	7.3	1.68	4	7.8	1.45
5	9.8	0.5	5	9.3	0.55

En el cuadro 29 se aprecia que para los sitios I y II, el mayor crecimiento en diámetro se presenta en los primeros tres años, denotándose una reducción en incremento en el último año. En cuanto a altura, para el sitio I el mayor crecimiento se presenta a los 2, 4 y 5 años, experimentando una reducción en crecimiento a los 3 años; en el sitio II, el mejor crecimiento se presenta en los primeros 3 años de edad, reduciéndose este en los 2 últimos años.

8.5 Determinación de los factores del medio físico

Para la determinación de los factores del medio físico, especialmente el medio edáfico, se procedió a la lectura de horizontes mediante la apertura de calicatas, las cuales fueron realizadas en cada uno de los sitios en donde se ubicaron los diferentes bloques. Luego de leer cada uno de los horizontes de cada calicata, se procedió a la toma de muestras, a las cuales se les realizaron análisis de fertilidad, mecánico (textura) y elementos menores. El cuadro 30 resume las características de cada sitio.

Cuadro 30. Resumen de las características del medio edáfico de la finca Toquelá, Livingston, Izabal.

Calicata	Bloque	Sección	Horizonte	Profundidad (cm)	Textura	pH
1	IV	7	AC	20	Arcillosa	4.0
1	IV	7	C	>20	Franca	4.0
2	III	6	AC	25	Arcillosa	4.2
2	III	6	C	>25	Arcillosa	4.0
3	II	5	AC	10	Arcillosa	4.0
3	II	5	C	>10	Franca	3.8
4	I	2	AC	15	Arcillosa	4.0
4	I	2	C	>15	Arcillosa	4.0

En el cuadro 30 se aprecia que el comportamiento en cuanto a distribución y presencia de horizontes, se mantiene en los cuatro sitios, de igual forma se comporta la textura y pH, existiendo únicamente diferencias en cuanto a profundidad se refiere. En cuanto a pH, los suelos bajo plantación de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, de la Finca Toquelá, se clasifican como suelos muy ácidos. En cuanto al análisis de fertilidad, puede observarse que los contenidos de Fe, se encuentran en forma aceptable ya que >80% se considera como bueno, en cuanto a Cobre y Zinc, estos elementos se encuentran

en niveles aceptables ya que < 1 ppm se considera limitante, en cuanto a Manganeso, este se encuentra en niveles aceptables únicamente para la sección 7 en la cual se localizó el bloque IV y para el resto, se encuentra en forma limitante en vista de que $> 100\%$ es aceptable. En cuanto a Fósforo, este se encuentra en cantidades limitantes ya que < 7 ppm se considera limitante, el elemento Potasio se encuentra en cantidades aceptables a excepto de el horizonte C en la sección 7 y el horizonte AC en la sección 5 que se encuentran bajo y muy alto respectivamente en cuanto a Calcio y Magnesio, se encuentran en niveles no limitantes.

8.6 Calidad de sitio

Para la determinación de la Calidad de Sitio, se llevó a cabo a través de la estimación de Índices de Sitio para lo cual se tomaron lecturas de edad - altura de 36 árboles seccionados para tal efecto, para este caso se analizaron 35 árboles dominantes, provenientes de la aplicación de los raleos los cuales fueron seccionados para la toma de datos de edad - altura para luego analizarlos mediante regresión jerárquica para la obtención de los parámetros que definen la construcción de las curvas respectivas. En la figura 7 se presenta el diagrama de dispersión de datos edad - altura dominante, el cual define el comportamiento promedio en altura dominante en cada uno de los sitios en los cuales se realizó el experimento.

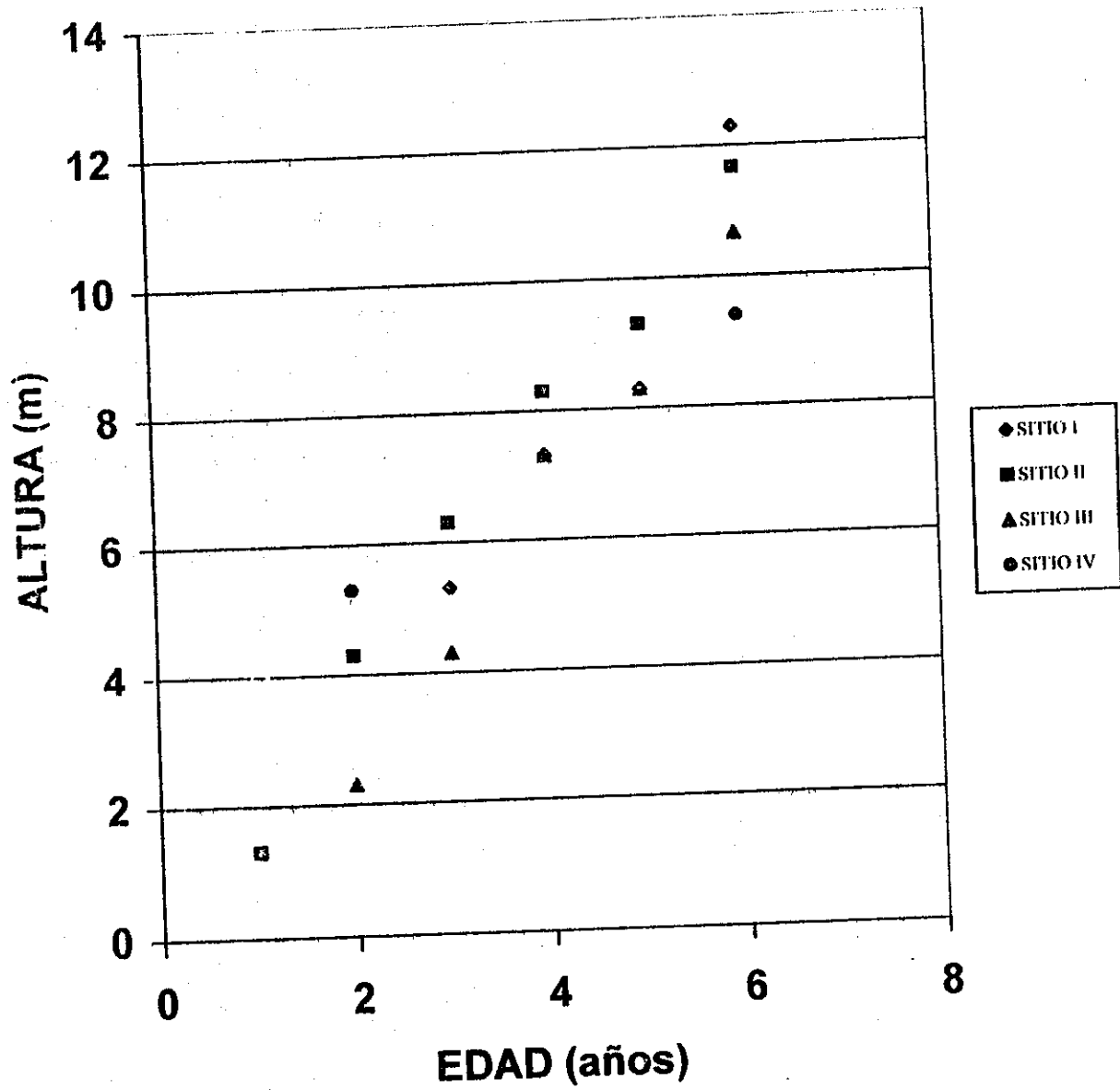


Figura 7. Diagrama de dispersión para *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, Livingston, Izabal.

Como puede apreciarse en la figura 7, el comportamiento en cuanto a crecimiento en altura para cada sitio es irregular, apreciándose además que existe una diferencia aproximada en altura dominante entre el mayor y menor sitio de 3 metros, por lo tanto únicamente se construyeron 3 curvas de índice de sitio con una amplitud de 1 metro.

El modelo utilizado fue el de Shumacher, el cual se denota de la siguiente forma:

$$\text{Ln } H = a + b/A^k$$

Luego de obtenido los estimadores por regresión jerárquica, se procedió a despejar la fórmula, con el objeto de encontrar los valores de pendiente e intercepto común, quedando de la siguiente forma:

$$a = \text{Ln } H - b/A^k$$

Con el objeto de determinar los índices de sitio a la edad base de 5 años, se sustituyó la ecuación anterior en la ecuación original de Schumacher, quedando de la siguiente forma:

$$\text{Ln } (IS) = \text{Ln } (h_{dom}) + b (1/Ab^k - 1/A^k)$$

Con la función anterior, se procedió a calcular los índices de sitio en cada bloque, a la edad base de 5 años, edad alcanzada por la mayoría de los individuos en la plantación. El índice de sitio a esa edad base, estimado con la ecuación varió desde 8.46 hasta 11.23 m, lo que corresponde a un incremento medio anual en altura dominante que va desde 1.41 hasta 1.87 m/año.

Con la ecuación de Schumacher ajustada se procedió a elaborar la figura 8, la cual representa la tendencia de la altura dominante con respecto a la edad.

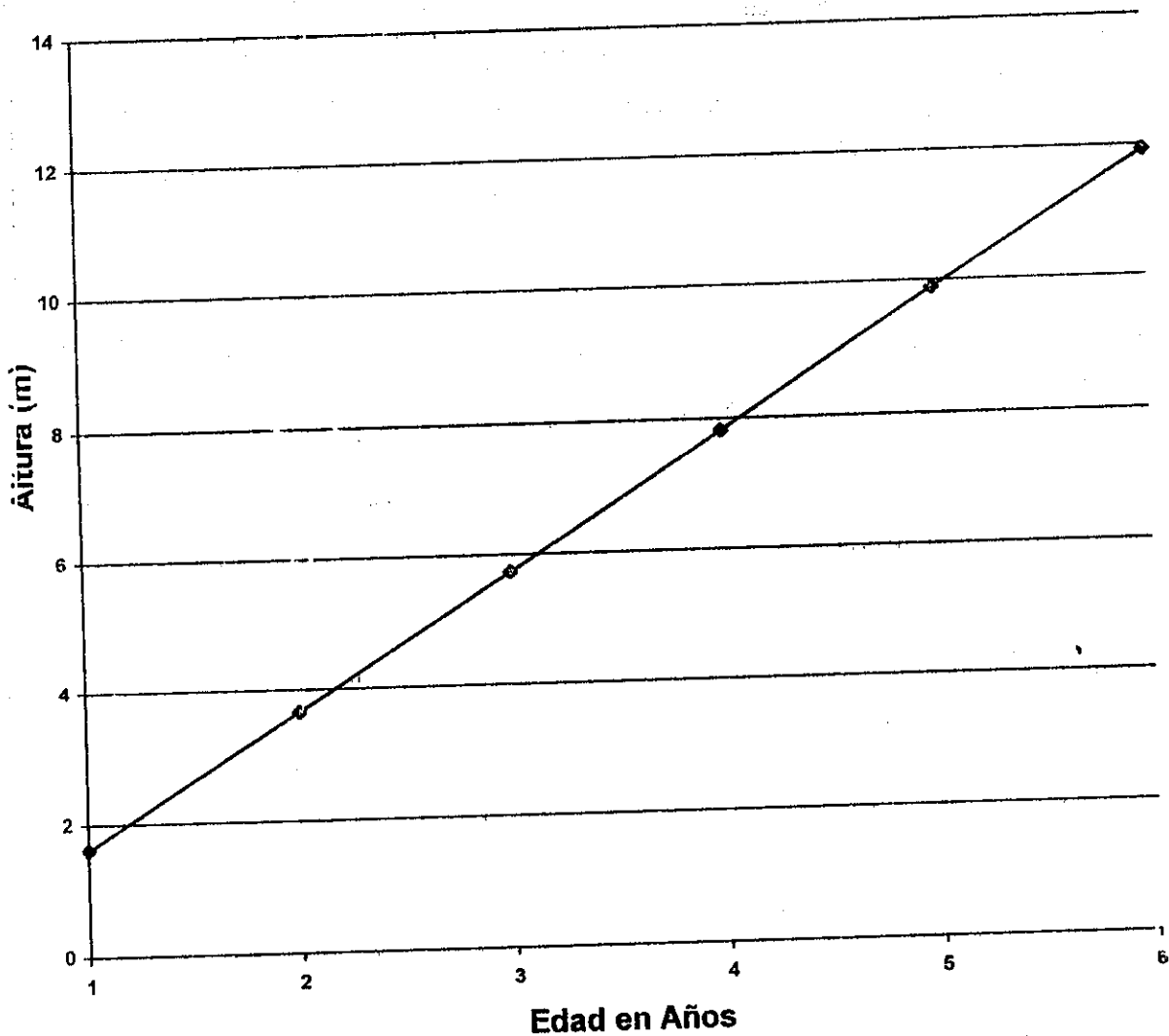


Figura 8. Curva de crecimiento promedio en altura dominante para *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, Livingstón, Izabal.

Como se indicó anteriormente, el modelo utilizado para la construcción de curvas de índice de sitio fue el de Schumacher, ya que es el que mejor ajusta la dispersión de datos edad - altura.

Los valores o estimadores del modelo de Schumacher fueron obtenidos por medio de regresión jerárquica a través del programa SINDEK, en virtud de que el modelo es no lineal y no permite su linearización por medio del método de mínimos cuadrados. En el apéndice IV se presenta el cálculo para los estimadores de la regresión jerárquica, los valores de los coeficientes son:

Coefficiente de pendiente común $B = -12.222$

Coefficiente de intercepto común $A = 12.5038$

Coefficiente $K = 0.0997237$

Con el objeto de obtener los interceptos de los índices de sitio de 10.3 m, 9.3 m y 8.3 m (I, II y III respectivamente), se despeja el coeficiente a de la ecuación de Schumacher la cual queda de la siguiente forma:

$$a = \ln H - b/A^k$$

A través de esta relación se obtuvieron los valores de los interceptos siendo los siguientes:

I.S.	Intercepto común	Pendiente común
10.3	-11.9	12.7
9.3	-12.1	12.6
8.3	-12.2	12.5

El modelo matemático para una curva de índice de sitio a la edad base de 5 años y altura 10.3, es el siguiente:

$$\ln H = 12.7 - 12.222/A^{0.0997237}$$

8.6.1 Construcción de la familia de curvas

Para la construcción de la familia de curvas se consideró una edad base de 5 años, categorizandolas de menor a mayor calidad con números romanos de la siguiente manera:

Calidad I = 10.3 m Calidad II = 9.3 m Calidad III = 8.3 m.

En la figura 9 se presenta la familia de curvas de índice de sitio.

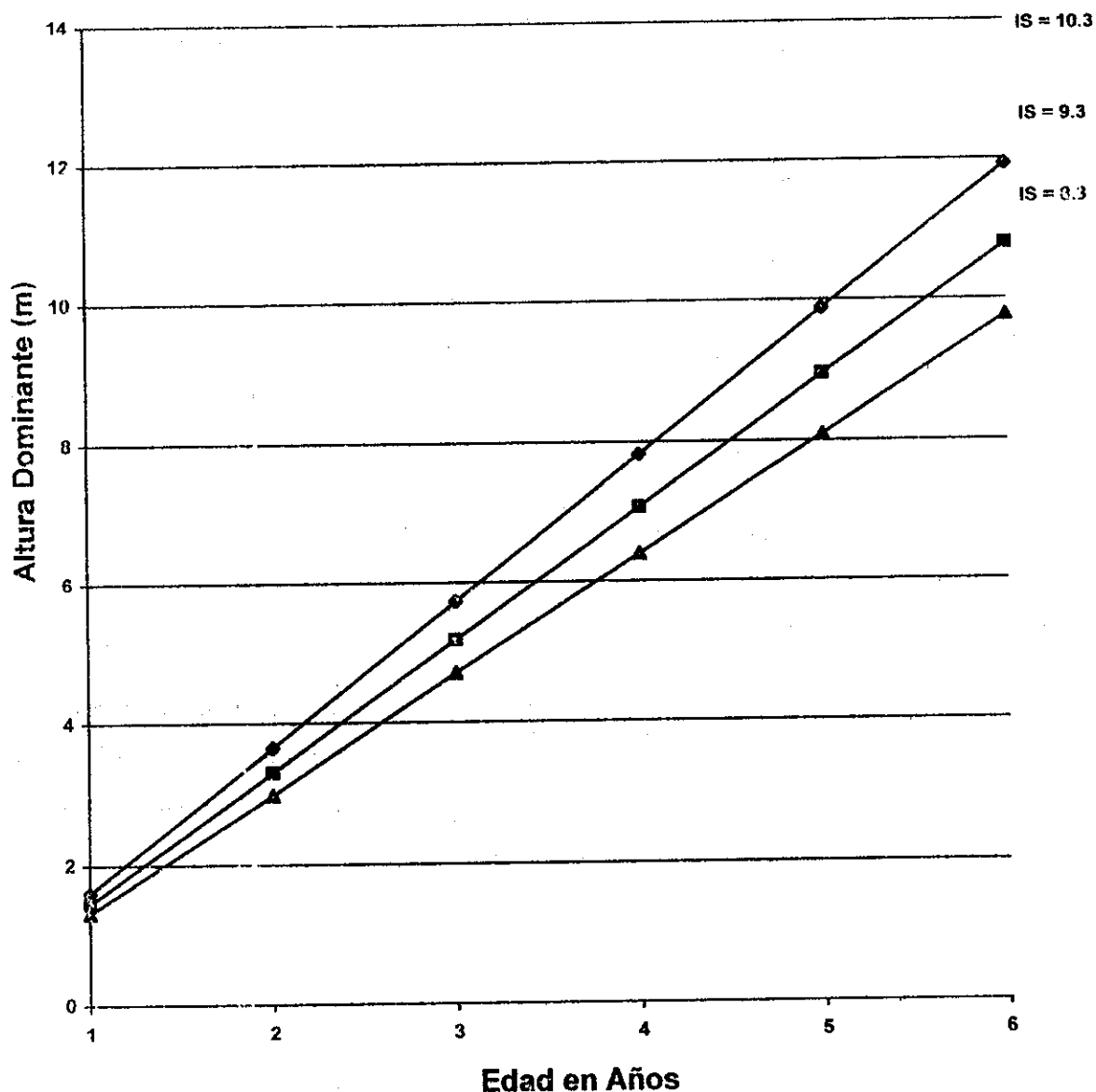


Figura 9. Curvas Preliminares de Índice de Sitio Para *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis, Livingston, Izabal

Como puede apreciarse en la figura 9, únicamente se presentan 3 curvas de índice de sitio, lo cual obedece a que la amplitud es de 1 m debido a que la diferencia entre índices de sitio es de 3 metros con lo cual construir más de tres curvas resulta poco práctico ya que las diferencias entre uno y otro no son significativas.

8.6.2 Validación del modelo

Para determinar si el modelo es adecuado para la construcción de curvas de índice de sitio, es necesario someterlo a un análisis estadístico, el cual se realizó con la ayuda del paquete SAS, los resultados son los siguientes:

MODELO 1

Variable Dependiente: LH

Análisis de Varianza

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob>F
Modelo	1	75.33220	75.33220	927.874	0.0001
Error	274	22.24550	0.08119		
Total	275	97.57770			
Sx		0.28494	R ²	0.7720	
Media gral.		1.40411	R ² ajustado	0.7712	
C.V.		20.29292			

Parámetros estimados

Variable	Gl	Valor Estimado	Parámetro del Error	Parámetro Estandar=0	T para H0: Prob > T
INTERCEPTO	1	4.075149	0.08934866	45.610	0.0001
IE	1	-3.487788	0.11450003	-30.461	0.0001

De acuerdo al análisis de varianza, puede observarse que el modelo es adecuado para la estimación de curvas de índice de sitio, debido a que el 77% de la variabilidad de la altura con respecto a la edad es explicada por el modelo, mientras que el 23% no lo explica. Así también puede observarse que el coeficiente de variación es adecuado considerando la variabilidad que existe en este tipo de análisis la cual es inherente a la variabilidad de la plantación.

9. CONCLUSIONES

1. La aplicación de tratamientos de raleo estimula el crecimiento en diámetro, por lo que para DAP la intensidad S% 28 presentó los mejores resultados, con las mejores medias a la edad de 7 años con un 8% de crecimiento en relación al testigo.
2. El raleo ejerce un efecto en el crecimiento por lo que para altura, la intensidad S% 28 presentó los mejores resultados, con las mejores medias; aunque la poda no influye significativamente en el crecimiento, las intensidades de poda 1/3 h y 1/2 h de copa viva presentaron similares resultados, las mejores medias las presentó la intensidad 1/2 h de copa viva. El análisis de covarianza indica que el mejor tratamiento es S%28, 1/2h.
3. Los tratamientos de raleo influyen en forma positiva en el crecimiento, por lo que para volumen los mejores resultados los presentó la intensidad S% 28, con las mejores medias. En volumen a pesar de que la poda no influye significativamente en el crecimiento, la intensidad 1/2 h de copa viva presentó las mejores medias.
4. La aplicación de tratamientos de raleo estimula el crecimiento de la plantación, para área basal la mejor intensidad de raleo es a S%28, la cual presenta la mejor media.
5. La covariable área basal inicial no ejerce ningún efecto sobre el resto de tratamientos, debido a que diferencias iniciales de ésta fueron compensadas con la aplicación de raleo.
6. El factor de forma para *Pinus caribaea* Morelet var. hondurénis a la edad de 6 años es de 0.53
7. El factor de corteza para *Pinus caribaea* Morelet var. hondurénis a la edad de 6 años es de 0.84

10. RECOMENDACIONES

1. Para plantaciones establecidas en condiciones similares al área en donde se realizó el experimento, se recomienda realizar raleos con intensidades iguales a S%28.
2. A pesar de que la poda no ejerce una influencia significativa en el crecimiento, se recomienda realizar podas a 1/2 de la altura de copa viva, lo cual permite la producción de madera libre de nudos. En la medida de lo posible garantizar que las podas dejen libre de nudos longitudes similares a las dimensiones de troza comerciales.
3. Realizar ensayos considerando períodos de tiempo más prolongados con intensidades de raleo intermedias entre S%22 y S%28 con el objeto de evaluar su comportamiento hasta la edad de turno.
4. Monitorear los tratamientos con intensidades de raleo de S%28 con el objeto de determinar la susceptibilidad de los árboles remanentes a daños por vientos, plagas o enfermedades.
5. Considerar los factores de forma y de corteza para la estimación del volumen real con y sin corteza. Estos factores no deben ser utilizados a lo largo de todo el crecimiento de la plantación, ya que estos varían conforme crece el árbol.

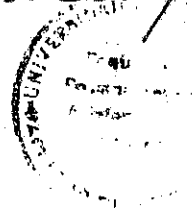
I. BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D.** 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con especial referencia a los trópicos. Roma, Italia, FAO. Estudios FAO Montes 22/2. v2. 198 p.
- BAKER, F.S.** 1950. Principles of silviculture. New York, E.E.U.U., McGraww Hill. 415 p.
- BARRIENTOS GARCIA, M.** 1981. Evaluación de cuatro métodos para la determinación del tamaño y forma óptimos para experimentación agrícola. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
- BENITEZ RAMOS, R.F.; MONTESINOS LAGOS, J.L.** 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. p. 127-128.
- CAMACHO, M.P.** 1980. Técnicas de raleo forestal. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal, Centro de Investigación Forestal. 100 p.
- CRONQUIST, A.** 1981. Introducción a la botánica. México, Continental. 848 p.
- DANIEL, T.; HELMS, J.; BAKER, F.** 1982. Principios de silvicultura. México, McGraw Hill. 492 p.
- FAO (México).** 1978. Producción forestal. México. 126 p.
- GALLOWAY, G.** 1993. Dinámica de rodales; curso regional de transferencia de tecnología en silvicultura de árboles de uso múltiple. San Pedro Sula, Honduras, CATIE/MADELEÑA. 17 p.
- , 1993. Manejo forestal; curso regional de transferencia de tecnología en silvicultura de árboles de uso múltiple. San Pedro Sula, Honduras, CATIE/MADELEÑA. 21 p.
- GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL.** 1980. Mapa topográfico de la república de Guatemala, hoja topográfica Toquelá no. 2363 II. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
- GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA.** 1988. Atlas climático de la república de Guatemala. Guatemala. 21 p.
- GUATEMALA. PLAN DE ACCION FORESTAL PARA GUATEMALA.** 1980. Atlas forestal; mapa de zonas de vida de la república de Guatemala. Guatemala. Esc. 1:1,000,000.
- KLEPAC, D.** 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2 ed. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 365 p.
- NUÑEZ SARAVIA, O. M.** 1986. Estudio de crecimiento y rendimiento de *Pinus maximinoii* H. E. More, en Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala.

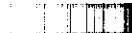
Facultad de Agronomía. 130 p.

- 16. **ORTIZ FUENTES, A.** 1991. Manual de raleos. Tegucigalpa, Honduras, Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, Departamento Forestal. 25 p.
- 17. **ROJAS, F.; ORTIZ, E.** 1981. Pino Caribe (*Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis*) (Barret y Golfari). especie d árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico de Investigación Enseñanza. Guía silvicultural no. 8. p. 3 - 14.
- 18. **VEILLON, J.** 1965. Curso de ordeñación forestal. Turrialba, Costa Rica, IICA, Programa Forestal. 85 p.

Vo. B. Rolando Barrios



12. APENDICE



Apéndice I. Resultados de campo, antes, durante y después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 31A. Mediciones realizadas en el bloque I, antes de la aplicación de los tratamientos.

BLOQUE	I										
	S%A.S.P.	S%22.S.P.	S%28.S.P.	S%A.1/3h	S%22.1/3h	S%28.1/3h	S%A.1/2h	S%22.1/2h	S%28.1/2h	Media	
VARIABLES											
Antes del raleo											
# árboles originales	32	32	29	29	28	30	33	32	33	31	
% supervivencia	89	89	80.6	80.6	77.8	83.3	91.7	89	91.7	86	
DAP promedio	13.48	12.88	14.45	15.01	14.21	14.32	13.67	14.15	13.8	14.44	
IMA en DAP (cm/año)	2.25	2.15	2.41	2.5	2.37	2.39	2.28	2.36	2.3	2.41	
Altura promedio	9.16	10	9.77	9.78	8.23	10.74	7.57	9.68	10.8	9.53	
IMA en altura (m/año)	1.53	1.66	1.63	1.63	1.37	1.79	1.26	1.61	1.8	1.59	
Altura dominante	13.6	14	13.5	14.35	13.25	14.5	13.13	12.66	12.97	13.55	
Área Basal (m ² /parc.)	0.4567	0.417	0.4756	0.5132	0.4441	0.4831	0.4845	0.5032	0.4956	0.5093	
IMA (m ² /parc./año)	0.0761	0.0695	0.079	0.086	0.074	0.081	0.081	0.084	0.083	0.079	
Volumen (m ³ /parc.)	2.22	2.21	2.46	2.66	1.94	2.75	1.94	2.58	2.83	2.57	
Volumen (m ³ /ha)	153.97	153.47	166.67	184.72	134.72	190.97	134.72	179.17	196.53	175.48	
IMA (m ³ /ha/año)	25.66	25.58	27.78	30.79	22.45	31.83	22.45	29.86	32.76	29.26	
Rel. Altura/Diámetro	52.34	77.64	67.61	65.16	57.92	75	55.38	68.41	78.26	66.41	
Índice de Hart (%)	15.42	17.51	19.72	16.86	17.9	14.76	16	16.8	15.95	16.77	

Cuadro 32A. Mediciones realizadas en el bloque II. antes de la aplicación de los tratamientos.

BLOQUE	II										
	S% A.S.P.	S% 22.S.P.	S% 28.S.P.	S% A.1/3h	S% 22.1/3h	S% 28.1/3h	S% A.1/2h	S% 22.1/2h	S% 28.1/2h	Media	
TRATAMIENTOS											
VARIABLES											
Antes del raleo											
# árboles originales	29	28	28	26	32	33	32	29	34	30	
% supervivencia	80.56	77.8	77.8	72.22	88.9	91.7	88.9	80.56	94.4	83.65	
DAP promedio	12.39	11.68	11.26	12.05	11.80	12.3	12.43	11.62	10.18	11.75	
IMA en DAP (cm/año)	2.07	1.95	1.87	2.01	1.97	2.05	2.07	1.94	1.7	1.96	
Altura Promedio	8.29	8.46	8.4	7.65	8.6	9.12	8.16	8.5	7.96	8.35	
IMA en altura (m/año)	1.38	1.41	1.4	1.47	1.43	1.52	1.36	1.42	1.33	1.41	
Altura dominante	13	10.62	11.5	11.4	12.12	10.63	12.48	10.63	11.27	11.52	
Area Basal (m ² /parcel.)	0.3496	0.2893	0.2788	0.2965	0.3517	0.3921	0.3883	0.3075	0.2767	0.3256	
IMA (m ² /parcel./año)	0.058	0.048	0.046	0.049	0.059	0.065	0.065	0.051	0.046	0.054	
Volumen (m ³ /parcel.)	1.54	1.29	1.24	1.39	1.6	1.9	1.68	1.39	1.17	1.47	
Volumen (m ³ /ha)	106.94	89.58	86.11	96.53	111.11	131.94	116.67	96.53	81.25	101.85	
IMA (m ³ /ha/año)	17.82	14.93	14.35	16.09	18.52	21.99	19.45	16.09	13.54	16.98	
Rel. Altura/Diámetro	64.26	72.43	74.6	63.49	72.7	74.15	65.65	73.15	78.19	70.96	
Índice de Hart (%)	16.83	20.18	19.58	19.03	16.27	13.48	16.27	20.18	17.02	17.65	

Cuadro 33A. Mediciones realizadas en el Bloque III, antes de la aplicación de los tratamientos.

III										
BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22.S.P.	S% 28.S.P.	S% A. 1/3h	S% 22. 1/3h	S% 28. 1/3h	S% A. 1/2h	S% 22. 1/2h	S% 28. 1/2h	Media
TRATAMIENTOS										
VARIABLES										
Antes del raleo										
# árboles originales	31	31	27	32	32	33	26	31	31	30
% supervivencia	86.11	86.11	75	88.9	88.9	91.7	72.2	86.11	86.11	84.57
DAP promedio	12.32	12.78	12.66	12.92	13	13.36	12.4	12.2	13.73	12.82
IMA en DAP (cm/año)	2.05	2.13	2.11	2.15	2.17	2.23	2.07	2.03	2.29	2.14
Altura promedio	6.79	6.81	7.32	7	8.08	8.54	8.41	7.74	8	7.63
IMA en altura (m/año)	1.13	1.14	1.22	1.17	1.35	1.42	1.4	1.29	1.33	1.27
Altura dominante	11.83	11.27	10.72	11.13	11.23	10.24	11.63	11.13	10.6	11.09
Area Basal (m ² /parc.)	0.3696	0.3977	0.3398	0.4195	0.425	0.4626	0.314	0.3624	0.4589	0.3944
IMA (m ² /parc./año)	0.062	0.066	0.057	0.07	0.071	0.077	0.052	0.06	0.076	0.066
Volumen (m ³ /parc.)	1.33	1.44	1.32	1.56	1.82	2.09	1.4	1.49	1.95	1.6
Volumen (m ³ /ha)	92.36	100	91.67	108.33	126.39	145.14	97.22	103.47	135.42	111.11
IMA (m ³ /ha/año)	15.39	16.67	15.28	18.06	21.07	24.19	16.2	17.25	22.57	18.52
Rel. Altura/Diámetro	55	53	53	54	62	63	68	63	58	59
Índice de Hart (%)	18.26	18.62	20.1	18.28	16.7	19.72	19.58	19.41	21.4	19.12

Cuadro 34A. Mediciones realizadas en el bloque IV, antes de la aplicación de los tratamientos.

IV											
BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22.S.P.	S% 28.S.P.	S% A.1/3h	S% 22.1/3h	S% 28.1/3h	S% A.1/2h	S% 22.1/2h	S% 28.1/2h	S% A.1/7h	Media
TRATAMIENTOS											
VARIABLES											
Antes del raleo											
# árboles originales	34	30	30	32	28	30	29	33	33	35	31
% supervivencia	94.44	83.33	83.33	88.9	77.8	83.33	80.6	91.7	91.7	97.22	86.74
DAP promedio	11.4	12.5	10.36	11.4	10	12.3	9.72	12.28	12.28	12.3	11.36
IMA en DAP (m/año)	1.9	2.08	1.73	1.9	1.67	2.05	1.62	2.05	2.05	2.05	1.89
Altura promedio	7.57	6.76	7.48	7.81	7.3	8.4	7.28	7.82	7.82	8.55	7.66
IMA en altura (m/año)	1.26	1.13	1.25	1.3	1.22	1.4	1.21	1.3	1.3	1.43	1.28
Altura dominante	10.12	10.05	9.95	10.2	10.02	10.14	10.03	9.72	9.72	11.1	10.15
Área Basal (m ² /parc.)	0.347	0.3682	0.2528	0.3266	0.2199	0.3565	0.2152	0.3908	0.3908	0.4159	0.3214
IMA (m ² /parc./año)	0.058	0.061	0.042	0.054	0.037	0.059	0.036	0.065	0.065	0.069	0.053
Volumen (m ³ /parc.)	1.39	1.32	1	2.55	0.85	1.59	1.57	1.62	1.62	1.88	1.53
Volumen (m ³ /ha)	96.53	91.67	69.44	177.08	59.03	110.42	109.03	112.5	112.5	130.6	95.53
IMA (m ³ /ha/año)	16.09	15.28	11.57	29.51	9.84	18.4	18.17	18.75	18.75	21.77	17.71
Rel. Altura/Diámetro	66	54	72.2	68.51	73	68.29	74.89	63.68	63.68	69.51	67.79
Índice de Hart (%)	17.07	21	20.4	20.19	21.2	25	21.14	19.6	19.6	18.5	20.21

Cuadro 35A. Valores de raleo obtenidos en el bloque I.

BLOQUE	S%a.S.P.	S%22.S.P.	S%28.S.P.	S%a.1/3h	S%22.1/3h	S%28.1/3h	S%a.1/2h	S%22.1/2h	S%28.1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Datos de Raleo									
Area Basal Raleada	0	0.1955	0.2788	0	0.1586	0.3221	0	0.2134	0.344
% A en Basal Raleada	0	47	58.62	0	35.7	66.7	0	42	69.7
# árboles raleados	0	15	17	0	10	21	0	13	23
% Raleo en árboles	0	46.88	58.6	0	35.7	67.74	0	40.63	69.7
Volumen Raleado	0	1.04	1.44	0	0.69	1.83	0	1.09	1.97
% Volumen Raleado	0	46.88	58.54	0	35.56	66.5	0	42.25	69.7

Cuadro 36A. Valores de raleo obtenidos en el bloque II

BLOQUE	S%a.S.P.	S%22.S.P.	S%28.S.P.	S%a.1/3h	S%22.1/3h	S%28.1/3h	S%a.1/2h	S%22.1/2h	S%28.1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Datos de Raleo									
Area Basal Raleada	0	0.0723	0.1892	0	0.1758	0.2971	0	0.0636	0.179
% Area Basal Raleada	0	25	67.9	0	50	75.8	0	20.7	64.7
# árboles raleados	0	7	16	0	16	25	0	6	22
% Raleo en árboles	0	25	57.14	0	50	75.76	0	20.7	64.7
Volumen Raleado	0	0.3242	0.841	0	0.8013	1.44	0	0.29	0.7552
% Volumen Raleado	0	25.13	67.8	0	50	75.78	0	20.9	64.55

Cuadro 37A. Datos de raleo obtenidos en el bloque III

BLOQUE	III									
	S%A.S.P.	S%22.S.P.	S%28.S.P.	S%A.1/3h	S%22.1/3h	S%28.1/3h	S%A.1/2h	S%22.1/2h	S%28.1/2h	
TRATAMIENTOS										
VARIABLES										
Datos de Raleo	0	0.1154	0.1258	0	0.2125	0.2665	0	0.1052	0.1924	
Area Basal Raleada	0	29	37	0	50	57.6	0	29	41.93	
% Area Basal Raleada	0	9	10	0	16	19	0	9	13	
# árboles raleados	0	29	37	0	50	57.6	0	29	41.94	
% Raleo en árboles	0	0.3929	0.49	0	0.91	1.21	0	0.43	0.82	
Volúmen Raleado	0	27.29	37	0	50	57.9	0	29	41.83	
% Volúmen Raleado	0			0			0			

Cuadro 38A. Datos de raleo obtenidos en el bloque IV

BLOQUE	IV									
	S%A.S.P.	S%22.S.P.	S%28.S.P.	S%A.1/3h	S%22.1/3h	S%28.1/3h	S%A.1/2h	S%22.1/2h	S%28.1/2h	
TRATAMIENTOS										
VARIABLES										
Datos de Raleo	0	0.0368	0.118	0	0.0236	0.1425	0	0.0829	0.2495	
Area Basal Raleada	0	10	46.7	0	10.7	40	0	21.21	60	
% Area Basal Raleada	0	3	14	0	3	12	0	7	21	
# árboles raleados	0	10	46.7	0	10.7	40	0	21.21	60	
% Raleo en árboles	0	0.13	0.4656	0	0.0905	0.6373	0	0.34	1.126	
Volúmen Raleado	0	10	46.7	0	10.6	40	0	21	60	
% Volúmen Raleado	0			0			0			

Cuadro 39A. Datos obtenidos en el bloque I, después de la aplicación de los tratamientos

BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22 S.P.	S% 28 S.P.	S% A. 1/3h	S% 22 1/3h	S% 28 1/3h	S% A. 1/2h	S% 22 1/2h	S% 28 1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Después del raleo									
= árboles en pie	32	17	12	29	18	10	33	19	10
DAP promedio	15.48	14.19	15.14	15.01	14.46	15.76	13.67	14.4	15
Altura promedio	9.16	11	10.22	9.78	8.94	11.35	7.57	10.19	10.97
IMA en Altura (m/año)	1.53	1.83	1.7	1.63	1.49	1.89	1.26	1.69	1.83
Area Basal (m ² /parc.)	0.4567	0.2215	0.1968	0.5132	0.2855	0.161	0.4843	0.2898	0.1496
Volumen (m ³ /parc.)	2.22	1.17	1.02	2.66	1.25	0.93	1.94	1.49	0.86
Volumen (m ³ /ha)	153.97	81.25	70.83	184.72	86.81	63.89	134.72	103.47	59.72
Indice de Hart (%)	15.42	22	28	16.86	22	28	16	22	28

Cuadro 40a. Datos obtenidos en el bloque II, después de la aplicación de los tratamientos.

BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22 S.P.	S% 28 S.P.	S% A. 1/3h	S% 22 1/3h5	S% 28 1/3h	S% A. 1/2h	S% 22 1/2h	S% 28 1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Después del raleo									
= árboles en pie	29	21	9	26	16	8	32	23	12
DAP promedio	12.39	12.22	11.18	12.05	13.19	13.75	12.43	12.21	11.32
Altura promedio	8.29	8.84	8.96	7.65	9.48	9.8	8.16	8.78	8.9
IMA en Altura (m/año)	1.38	1.47	1.49	1.47	1.58	1.63	1.36	1.46	1.48
Area Basal (m ² /parc.)	0.3496	0.217	0.0896	0.2965	0.1759	0.095	0.3883	0.2439	0.0977
Volumen (m ³ /parc.)	1.54	0.966	0.3989	1.39	0.7987	0.46	1.68	1.1	0.4148
Volumen (m ³ /ha)	106.94	67.07	27.7	96.53	55.5	31.94	116.67	76.59	28.81
Indice de Hart (%)	16.83	22	28	19.03	22	28	16.27	22	28

Cuadro 41A. Datos obtenidos en el bloque III, después de la aplicación de los tratamientos

III									
BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22.S.P.	S% 28.S.P.	S% A.1/3h	S% 22.1/3h	S% 28.1/3h	S% A.1/2h	S% 22.1/2h	S% 28.1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Después del raleo									
# árboles en pie	31	22	17	32	16	14	26	22	18
DAP promedio	12.32	13.46	12.59	12.92	14.59	14	12.4	13.4	14.62
Altura promedio	6.79	7.44	7.72	7	8.83	8.77	8.41	8.16	8.43
IMA en Altura (m/año)	1.13	1.24	1.29	1.17	1.47	1.46	1.4	1.57	1.62
Area Basal (m ² /parc.)	0.3696	0.2823	0.214	0.4195	0.2125	0.1963	0.314	0.2572	0.2665
Volumen (m ³ /parc.)	1.33	1.05	0.83	1.56	0.91	0.88	1.4	1.06	1.13
Volumen (m ³ /ha)	92.36	72.92	57.64	108.33	63.19	61.11	97.22	73.61	78.47
Índice de Hart (%)	18.26	22	28	18.28	22	28	19.58	22	28

Cuadro 42A. Datos obtenidos en el bloque IV, después de la aplicación de los tratamientos

IV									
BLOQUE	S% A.S.P.	S% 22.S.P.	S% 28.S.P.	S% A.1/3h	S% 22.1/3h	S% 28.1/3h	S% A.1/2h	S% 22.1/2h	S% 28.1/2h
TRATAMIENTOS									
VARIABLES									
Después del raleo									
# árboles en pie	34	27	16	32	25	18	29	26	14
D.A. promedio	11.4	13.26	12.15	11.4	10.43	14.21	9.72	13.05	15.63
Altura promedio	7.57	7.21	8.43	7.81	7.57	9.06	7.28	8.53	9.43
IMA en Altura (m/año)	1.26	1.2	1.4	1.3	1.26	1.51	1.21	1.42	1.57
Area Basal (m ² /parc.)	0.347	0.3314	0.1348	0.3266	0.1963	0.214	0.2152	0.3079	0.1664
Volumen (m ³ /parc.)	1.39	1.19	0.5344	2.55	0.7595	0.9527	1.57	1.28	0.754
Volumen (m ³ /ha)	96.53	82.64	37.11	177.08	52.74	66.16	109.03	88.9	52.36
Índice de Hart (%)	17.07	22	28	20.19	22	28	21.14	22	28

Apéndice 2. Resultados de campo, análisis de varianza y covarianza, y pruebas de medias, de las mediciones efectuadas a: 0 (inmediatamente aplicados los tratamientos), 4, 8 y 12 meses después de aplicados los tratamientos.

Cuadro 43A. Medias de tratamientos para la variable DAP, durante la primera medición.

Tratamiento/Bloque	I	II	III	IV
S% _A , S.P.	17.50	12.39	12.32	11.40
S% ₂₁ , S.P.	14.19	12.22	13.46	13.26
S% ₂₈ , S.P.	15.14	11.18	12.59	12.15
S% _A , 1/3h	15.01	12.05	12.92	11.40
S% ₂₁ , 1/3h	14.46	13.19	14.59	10.43
S% ₂₈ , 1/3h	15.76	13.75	14.00	14.21
S% _A , 1/2h	13.67	12.43	12.40	9.72
S% ₂₁ , 1/2h	14.40	12.21	13.40	13.05
S% ₂₈ , 1/2h	15.00	11.32	14.62	15.63

ANALISIS DE VARIANZA

Pinus caribaea

F.V.	n	Valores.
REP	4	1 2 3 4
RALEO	3	A1 A2 A3
PODA	3	B1 B2 B3

Numero de observaciones = 36

Variable dependiente: DAPI

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	59.4801667	5.4072879	3.90	0.0026 *
Error	24	33.2421333	1.3850889		
Total	35	92.7223000			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.641487	8.874435	1.17690	13.261667

F.V.	Gl	Tipo I SS	cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	43.2947667	14.4315889	10.42	0.0001 *
RALEO	2	6.1506167	3.0753083	2.22	0.1304 NDS
PODA	2	0.8647167	0.4323583	0.31	0.7348 NDS
RALEO*PODA	4	9.1700667	2.2925167	1.66	0.1932 NDS

No se presenta prueba de Tukey por no existir diferencias significativas.

Cuadro 44A. Medias de tratamientos para la variable altura (h), durante la primera medición

Tratamiento/Bloque	I	II	III	IV
S%A,S.P.	9.16	8.29	6.79	7.57
S%22,S.P.	11.00	8.84	7.44	7.21
S%28,S.P.	10.22	8.96	7.72	8.43
S%A,1/3h	9.78	8.84	7.00	7.81
S%22,1/3h	8.94	9.48	8.83	7.57
S%28,1/3h	11.35	9.80	8.77	9.06
S%A,1/2h	7.57	8.16	8.41	7.28
S%22,1/2h	10.19	8.78	8.16	8.53
S%28,1/2h	10.97	8.9	8.43	9.43

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: ALTI

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	34.1491528	3.1044684	6.84	0.0001 *
Error	24	10.8876111	0.4536505		
Total	35	45.0367639			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.758251	7.730190	0.67354	8.7130556

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	21.8013639	7.2671213	16.02	0.0001 *
RALEO	2	9.8773722	4.9386861	10.89	0.0004 *
PODA	2	1.3146889	0.6573444	1.45	0.2546 NDS
RALEO*PODA	4	1.1557278	0.2889319	0.64	0.6412 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD) Test para variable: ALTI

$\alpha = 0.05$ gl = 24 Sx = 0.45365
 Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.532
 Diferencia Mínima Significativa = 0.6867

Medias con la misma letra, no presentan diferencia significativa

Grupo de Tukey	Media	N	RALEO
A	9.337	12	A3
A	8.748	12	A2
B	8.057	12	A1

Cuadro 45A. Medias de tratamientos para la variable área basal (AB), durante la primera medición.

Tratamiento\Bloque	I	II	III	IV
S% A.S.P.	0.0240	0.0121	0.0119	0.0102
S% 22.S.P.	0.0130	0.0103	0.0128	0.0123
S% 28.S.P.	0.0164	0.0110	0.0126	0.0084
S% A.1/3h	0.0177	0.0114	0.0131	0.0102
S% 22.1/3h	0.0159	0.0110	0.0133	0.0079
S% 28.1/3h	0.0161	0.0119	0.0140	0.0119
S% A.1/2h	0.0147	0.0121	0.0121	0.0074
S% 22.1/2h	0.0153	0.0106	0.0117	0.0118
S% 28.1/2h	0.0150	0.0081	0.0148	0.0119

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: AB1

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	0.44462164	0.04042015	5.63	0.0002 *
Error	24	0.17227114	0.00717796		
Total	35	0.61689278			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.720744	31.13412	0.08472	0.1172222

F.V.	Gl	Tipo I SS	cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.07595808	0.02531936	3.53	0.0301 *
RALEO	2	0.33688408	0.16844204	23.47	0.0001 *
PODA	2	0.00863610	0.00431805	0.60	0.5560 NDS
RALEO*PODA	4	0.02314338	0.00578585	0.81	0.5335 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD) Test para variable: AB1

$$\alpha = 0.05 \quad gl = 24 \quad Sx = 0.007178$$

$$\text{Valor Crítico de el Rango Estudentizado} = 3.532$$

$$\text{Diferencia Mínima Significativa} = 0.0864$$

Medias con la misma letra, no presentan diferencia significativa.

Grupo de Tukey Media N RALEO

A	0.3995	12	A3
B	0.2518	12	A2
C	0.1651	12	A1

Cuadro 54A. Medias de tratamientos para la variable Volumen (VOL), correspondientes a la tercera medición.

Tratamiento \ Bloque	I	II	III	IV
S%A,S.P.	0.0803	0.0569	0.0548	0.0691
S%22,S.P.	0.0965	0.0643	0.0673	0.0589
S%28,S.P.	0.1130	0.0833	0.0612	0.0581
S%A,1/3h	0.1020	0.0542	0.0594	0.0466
S%22,1/3h	0.0860	0.0756	0.0869	0.0488
S%28,1/3h	0.1390	0.0857	0.0793	0.0872
S%A,1/2h	0.0739	0.0625	0.0577	0.0417
S%22,1/2h	0.0953	0.0635	0.0105	0.0708
S%28,1/2h	0.1300	0.0558	0.0811	0.1160

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: VOL3

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modclo	11	6.30296111	0.57299646	4.92	0.0005 *
Error	24	2.79563889	0.11648495		
Total	35	9.09860000			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.692740	21.97203	0.34130	0.07361111

F.V.	Gl	Tipo I SS	cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	1.88951111	0.62983704	5.41	0.0055 *
RALEO	2	3.59326667	1.79663333	15.42	0.0001 *
PODA	2	0.12845600	0.06422500	0.55	0.5833 NDS
RALEO*PODA	4	0.69173333	0.17293333	1.48	0.2381 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD), Test para variable: VOL3

$$\alpha = 0.05 \quad gl = 24 \quad Sx = 0.116485$$

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.532

Diferencia Mínima significativa = 0.348

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	N	RALEO
A	0.0817	12	A3
B	0.0743	12	A2
B	0.0647	12	A1

Cuadro 55A. Medias de tratamientos para la variable DAP, correspondientes a la cuarta medición.

Tratamiento \ Bloque	I	II	III	IV
S%A,S.P.	14.62	13.19	12.74	11.51
S%22,S.P.	15.36	12.77	14.61	13.62
S%28,S.P.	16.52	13.69	13.88	12.91
S%A,1/3h	16.19	12.66	14.08	12.09
S%22,1/3h	15.30	12.63	15.48	11.82
S%28,1/3h	17.07	15.10	15.17	15.28
S%A,1/2h	14.71	12.91	13.33	11.15
S%22,1/2h	14.92	12.63	14.71	14.09
S%28,1/2h	16.35	12.06	15.09	16.34

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: DAP4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	59.6946944	5.4267904	5.86	0.0002
Error	24	22.2431611	0.9267984		
Total	35	81.9378556			

R ²	C.V.	Sx	Media General		
0.728536	6.824728	0.96270	14.106111		
F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	37.1657889	12.3885963	13.37	0.0001 *
RALEO	2	17.1376889	8.5688444	9.25	0.0011 *
PODA	2	3.2673722	1.6336861	1.76	0.1931 NDS
RALEO*PODA	4	2.1238444	0.5309611	0.57	0.6849 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (FISD), Test para variable: DAP4

$$\alpha = 0.05 \quad gl = 24 \quad Sx = 0.926798$$

$$\text{Valor Crítico del Rango Estudentizado} = 3.532$$

$$\text{Diferencia Mínima Significativa} = 0.9815$$

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	N RALEO
A	14.955	12 A3
B	14.098	12 A2
B	13.265	12 A1

Cuadro 56A. Medias de tratamientos para la variable Altura (h), correspondientes a la cuarta medición.

Tratamiento \ Bloque	I	II	III	IV
S%A,S.P.	10.13	8.72	8.19	8.02
S%22,S.P.	10.26	9.02	8.71	8.44
S%28,S.P.	10.77	9.50	8.03	8.32
S%A,1/3h	10.43	8.48	8.35	8.32
S%22,1/3h	9.47	9.38	9.31	11.83
S%28,1/3h	12.11	10.06	9.00	9.61
S%A,1/2h	9.50	9.15	9.20	10.83
S%22,1/2h	10.39	9.08	8.93	9.44
S%28,1/2h	12.45	9.75	9.36	10.71

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: ALT4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	28.5647028	2.5967912	4.14	0.0017
Error	24	15.0409944	0.6267081		
Total	35	43.6056972			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.655068	8.302801	0.79165	9.5347222

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	16.2884306	5.4294769	8.66	0.0005 *
RALEO	2	4.4665056	2.2332528	3.56	0.0441 *
PODA	2	5.2198222	2.6099111	4.16	0.0280 *
RALEO*PODA	4	2.5899444	0.6474861	1.03	0.4105 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD), Test para variable: ALT4

 $\alpha = 0.05$ gl = 24 Sx = 0.626708

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.532

Diferencia Mínima Significativa = 0.8071

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	n	RALEO
A	9.972	12	A3
A	9.522	12	A2
B	9.110	12	A1

 $\alpha = 0.05$ gl = 24 Sx = 0.626708

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.532

Diferencia Mínima Significativa = 0.8071

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	N	PODA
A	9.899	12	B3
A	9.696	12	B2
B	9.009	12	B1

Cuadro 57A. Medias de tratamientos para la variable Area Basal (AB), correspondiente a la cuarta medición.

Tratamiento \ Bloque	I	II	III	IV
S%A,S.P.	0.0163	0.0128	0.0123	0.0104
S%22,S.P.	0.0185	0.0140	0.0148	0.0146
S%28,S.P.	0.0218	0.0163	0.0142	0.0139
S%A,1/3h	0.0192	0.0126	0.0132	0.0115
S%22,1/3h	0.0174	0.0160	0.0188	0.0096
S%28,1/3h	0.0206	0.0179	0.0181	0.0183
S%A,1/2h	0.0155	0.0135	0.0124	0.0098
S%22,1/2h	0.0175	0.0109	0.0162	0.0150
S%28,1/2h	0.0210	0.0114	0.0178	0.0210

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: AB4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	0.23462561	0.02132960	4.95	0.0005 *
Error	24	0.10342826	0.00430951		
Total	35	0.33805387			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.694048	20.69084	0.06555	0.01580000

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.04467184	0.01489061	3.46	0.0323 *
RALEO	2	0.17810610	0.08905305	20.66	0.0001 *
PODA	2	0.00108071	0.00054036	0.13	0.8827 NDS
RALEO*PODA	4	0.01076696	0.00269174	0.62	0.6495 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD), Test para variable: AB4

$$\alpha = 0.05 \quad gl = 24 \quad Sx = 0.00431$$

$$\text{Valor Crítico del Rango Estudentizado} = 3.532$$

$$\text{Diferencia Mínima Significativa} = 0.0669$$

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	N	RALEO
A	0.0177	12	A3
B	0.0157	12	A2
C	0.0139	12	A1

Cuadro 58A. Medias de tratamientos para la variable Volumen (VOL), correspondientes a la cuarta medición.

Tratamiento \ Bloque	I	II	III	IV
S% A, S.P.	0.0875	0.0590	0.0532	0.0441
S% 22, S.P.	0.0829	0.0671	0.0741	0.0652
S% 28, S.P.	0.1300	0.0822	0.0606	0.0613
S% A, 1/3h	0.1060	0.0586	0.0581	0.0484
S% 22, 1/3h	0.0872	0.0800	0.0925	0.0608
S% 28, 1/3h	0.1320	0.0950	0.0864	0.0933
S% A, 1/2h	0.0779	0.0925	0.0604	0.0562
S% 22, 1/2h	0.0963	0.0522	0.0773	0.0750
S% 28, 1/2h	0.1380	0.0592	0.0900	0.1190

ANALISIS DE VARIANZA

Variable dependiente: VOL4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrado	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	11	5.97765000	0.54342273	3.01	0.0116 *
Error	24	4.33335000	0.18055625		
Total	35	10.31100000			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.579735	26.50223	0.42492	0.08086111

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
RFP	3	1.64540000	0.54846667	3.04	0.0486 *
RALEO	2	3.95166667	1.97583333	10.94	0.0004 *
PODA	2	0.30711667	0.15355833	0.85	0.4397 NDS
RALEO*PODA	4	0.07346667	0.01836667	0.10	0.9808 NDS

PRUEBA DE TUKEY

Rango de Tukey's Estudentizado (HSD), Test para variable: VOL4

$$\alpha = 0.05 \quad gl = 24 \quad Sx = 0.180556$$

Valor Crítico del Rango Estudentizado = 3.532

Diferencia Mínima Significativa = 0.4332

Medias con la misma letra, no presentan diferencias significativas.

Grupo de Tukey	Media	N	RALEO
A	0.0956	12	A3
B	0.0790	12	A2
B	0.0679	12	A1

ANALISIS DE COVARIANZA**Información de las Clases y Niveles**

Clases	Niveles	Valores
REP	4	1 2 3 4
A	3	A1 A2 A3
B	3	B1 B2 B3

Número de observaciones = 36

Variable dependiente: DAP2

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	56.5748213	4.7145684	4.55	0.0009 *
Error	23	23.8523425	1.0370584		
Total	35	80.4271639			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.703429	7.439776	1.01356	13.688056

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	34.2536306	11.4178769	11.01	0.0001 *
A	2	18.9354889	9.4677444	9.13	0.0012 *
B	2	1.5191056	0.7595528	0.73	0.4916 NDS
A*B	4	1.6924444	0.4231111	0.41	0.8010 NDS
ABCOV	1	0.1741519	0.1741519	0.17	0.6858 NDS

Variable dependiente: DAP3

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	55.4626716	4.6218893	4.43	0.0011 *
Error	23	23.9712507	1.0422283		
Total	35	79.4339222			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.698224	7.337829	1.02990	13.912778

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	32.6851667	10.8950556	10.45	0.0002 *
A	2	20.0896722	10.0448361	9.64	0.0009 *
B	2	1.1179056	0.5589528	0.54	0.5920 NDS
A*B	4	1.3926444	0.3481611	0.33	0.8522 NDS
ABCOV	1	0.1772827	0.1772827	0.17	0.6838 NDS

Variable dependiente: DAP4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	60.1030633	5.0085886	5.28	0.0003 *
Error	23	21.8347923	0.9493388		
Total	35	81.9378556			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.733520	6.907220	0.97434	14.106111

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	37.1657889	12.3885963	13.05	0.0001 *
A	2	17.1376889	8.5688444	9.03	0.0013 *
B	2	3.2673722	1.6336861	1.72	0.2012 NDS
A*B	4	2.1238444	0.5309611	0.56	0.6944 NDS
ABCOV	1	0.4083689	0.4083689	0.43	0.5184 NDS

Variable dependiente: ALT2

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	37.8963707	3.1580309	10.15	0.0001 *
Error	23	7.1576293	0.3112013		
Total	35	45.0540000			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.841132	6.324877	0.55785	8.8200000

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	22.4461111	7.4820370	24.04	0.0001 *
A	2	7.9850167	3.9925083	12.83	0.0002 *
B	2	3.4723167	1.7361583	5.58	0.0106 *
A*B	4	3.2006667	0.8001667	2.57	0.0649 NDS
ABCOV	1	0.7922596	0.7922596	2.55	0.1242 NDS

Variable dependiente: ALT3

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	31.6150869	2.6345906	7.29	0.0001 *
Error	23	8.3143131	0.3614919		
Total	35	39.9294000			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.791775	6.549476	0.60124	9.1800000

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	18.5420889	6.1806963	17.10	0.0001 *
A	2	5.7216167	2.8608083	7.91	0.0024 *
B	2	4.3210500	2.1605250	5.98	0.0081 *
A*B	4	2.2828333	0.5707083	1.58	0.2136 NDS
ABCOV	1	0.7474980	0.7474980	2.07	0.1639 NDS

Variable dependiente: ALT4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	29.5790805	2.4649234	4.04	0.0020 *
Error	23	14.0266167	0.6098529		
Total	35	43.6056972			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.678331	8.190388	0.78093	9.5347222

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	16.2884306	5.4294769	8.90	0.0004 *
A	2	4.4665056	2.2332528	3.66	0.0416 *
B	2	5.2198222	2.6099111	4.28	0.0263 *
A*B	4	2.5899444	0.6474861	1.06	0.3979 NDS
ABCOV	1	1.0143778	1.0143778	1.66	0.2100 NDS

Variable dependiente: AB2

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	0.00026775	0.00002231	5.09	0.0004 *
Error	23	0.00010082	0.00000438		
Total	35	0.00036857			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.726461	14.04349	0.00209	.01490833

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.00016285	0.00005428	12.38	0.0001 *
A	2	0.00008876	0.00004433	10.12	0.0007 *
B	2	0.00000945	0.00000422	0.96	0.3964 NDS
A*B	4	0.00000618	0.00000155	0.35	0.8395 NDS
ABCOV	1	0.00000151	0.00000151	0.35	0.5627 NDS

Variable Dependiente: AB3

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	0.00021858	0.00001821	3.28	0.0070 *
Error	23	0.00012783	0.00000556		
Total	35	0.00034640			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.630986	15.19595	0.00236	.01551389

E.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.00013179	0.00004393	7.90	0.0008 *
A	2	0.00007213	0.00003607	6.49	0.0058 *
B	2	0.00000246	0.00000123	0.22	0.8033 NDS
A*B	4	0.00001215	0.00000304	0.55	0.7033 NDS
ABCOV	1	0.00000004	0.00000004	0.01	0.9307 NDS

Variable dependiente: AB4

E.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	0.00029829	0.00002486	5.76	0.0002 *
Error	23	0.00009919	0.00000431		
Total	35	0.00039748			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.750443	13.14381	0.00208	.01580000

E.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.00018121	0.00006040	14.01	0.0001 *
A	2	0.00008301	0.00004150	9.62	0.0009 *
B	2	0.00001809	0.00000904	2.10	0.1457 NDS
A*B	4	0.00001135	0.00000284	0.66	0.6273 NDS
ABCOV	1	0.00000463	0.00000463	1.07	0.3107 NDS

Variable dependiente: VOL2

E.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	0.01618952	0.00134913	3.70	0.0034 *
Error	23	0.00837615	0.00036418		
Total	35	0.02456567			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.659030	28.18950	0.01908	0.06769722

E.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.00636761	0.00212254	5.83	0.0041 *
A	2	0.00713231	0.00356616	9.79	0.0008 *
B	2	0.00090742	0.00045371	1.25	0.3064 NDS
A*B	4	0.00144535	0.00036134	0.99	0.4316 NDS
ABCOV	1	0.00033684	0.00033684	0.92	0.3462 NDS

Variable dependiente: VOL3

E.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Modelo	12	0.01535205	0.00127934	5.31	0.0003 *
Error	23	0.00554650	0.00024115		
Total	35	0.02089856			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.734599	21.09611	0.01553	0.07361111

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
RFP	3	0.01148367	0.00382789	15.87	0.0001 *
A	2	0.00174339	0.00087169	3.61	0.0431 *
B	2	0.00079756	0.00039878	1.65	0.2133 NDS
A*B	4	0.00111811	0.00027953	1.16	0.3545 NDS
ABCOV	1	0.00020933	0.00020933	0.87	0.3612 NDS

Variable dependiente: VOL4

F.V.	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
Medcio	12	0.01699205	0.00141600	7.26	0.0001 *
Error	23	0.00448826	0.00019514		
Total	35	0.02148031			

R ²	C.V.	Sx	Media General
0.791053	17.27568	0.01397	0.08086111

F.V.	Gl	Tipo I SS	Cuadrado Medio	Valor F	Pr > F
REP	3	0.01035497	0.00345166	17.69	0.0001 *
A	2	0.00468272	0.00234136	12.00	0.0003 *
B	2	0.00129306	0.00064653	3.31	0.0544 NDS
A*B	4	0.00065723	0.00016432	0.84	0.5128 NDS
ABCOV	1	0.00000402	0.00000402	0.02	0.8871 NDS

Prueba de ajuste de medias para la interacción del análisis de covarianza.

A B ALT2

Interac. Medias Aj. Number

A1	B1	8.72230784	1
A1	B2	8.70307474	2
A1	B3	8.50102584	3
A2	B1	8.34726418	4
A2	B2	8.56529729	5
A2	B3	8.82459196	6
A3	B1	8.21070760	7
A3	B2	9.61666242	8
A3	B3	9.88906813	9

Matriz de diferencias para la prueba de ajuste de medias de la interacción, en el análisis de covarianza.

i/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1		0.9626	0.6036	0.4363	0.7607	0.8278	0.3778	0.1208	0.0455	a
2	0.9626		0.6163	0.4152	0.7653	0.7764	0.3404	0.0772	0.0241	a
3	0.6036	0.6163		0.7120	0.8832	0.4350	0.5472	0.0248	0.0063	a
4	0.4363	0.4152	0.7120		0.5901	0.2389	0.7488	0.0056	0.0011	a
5	0.7607	0.7653	0.8832	0.5901		0.5251	0.3892	0.0151	0.0030	a
6	0.8278	0.7764	0.4350	0.2389	0.5251		0.1641	0.0720	0.0182	a
7	0.3778	0.3404	0.5472	0.7488	0.3892	0.1641		0.0017	0.0003	a
8	0.1208	0.0772	0.0248	0.0056	0.0151	0.0720	0.0017		0.0496	a
9	0.0455	0.0241	0.0063	0.0011	0.0030	0.0182	0.0003	0.4968		b

Nota: Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

Apéndice 3. Hoja de cálculos para la determinación del factor de forma y de corteza.
Cuadro 59A. Determinación de los factores de forma y de corteza.

No. Arb	No. Secc	Long. Secc	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Ø Medio CC	Ø Medio SC	fc	
3	1	1.3	0.011	0.0064	0.0113	0.1035	0.0915	0.88	
3	2	1.0	0.0064	0.0061	0.0063	0.089	0.078	0.88	
3	3	1.0	0.0061	0.0044	0.0053	0.082	0.0715	0.87	
3	4	1.0	0.0044	0.0041	0.0042	0.074	0.0635	0.86	
3	5	1.0	0.0041	0.002	0.0030	0.06	0.051	0.85	
3	6	1.0	0.002	0.0011	0.0016	0.044	0.033	0.75	
3	7	1.9	0.0011	----	0.0007	0.038	----	----	
Vol Cil		= 0.052	ff = 0.623	Vol. Total =		0.0324	fc medio =		0.85
3	1	1.3	0.0284	0.0194	0.031	0.1735	0.16	0.92	
3	2	1.0	0.0194	0.0154	0.017	0.1485	0.135	0.88	
3	3	1.0	0.0154	0.0139	0.015	0.1365	0.1165	0.85	
3	4	1.0	0.0139	0.0125	0.013	0.1295	0.1145	0.88	
3	5	1.0	0.0125	0.0078	0.010	0.113	0.102	0.88	
3	6	1.0	0.0078	0.0044	0.006	0.088	0.0725	0.82	
3	7	1.0	0.0044	0.0027	0.004	0.067	0.052	0.78	
3	8	1.0	0.0027	0.0014	0.002	0.051	0.0405	0.79	
3	9	1.8	0.0014	----	0.00008	0.042	----	----	
Vol. Cil.		= 0.196	ff = 0.5	Vol. Total =		0.0988	fc medio =		0.85
6	1	1.3	0.0165	0.010	0.17	0.129	0.109	0.84	
6	2	1.0	0.010	0.0078	0.0089	0.1065	0.095	0.89	
6	3	1.0	0.0078	0.0055	0.0067	0.092	0.077	0.84	
6	4	1.0	0.0055	0.0044	0.005	0.0795	0.066	0.83	
6	5	1.0	0.0044	0.0026	0.0035	0.066	0.052	0.79	
6	6	1.0	0.0026	0.0013	0.002	0.049	0.039	0.80	
6	7	1.0	0.0013	0.0007	0.001	0.035	0.020	0.57	
6	8	2.1	0.0007	----	0.0005	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.0943	ff = 0.47	Vol. Total =		0.0446	fc medio =		0.79
11	1	1.3	0.0254	0.017	0.028	0.1635	0.1495	0.91	
11	2	1.0	0.017	0.0143	0.0157	0.141	0.122	0.87	
11	3	1.0	0.0143	0.0119	0.0131	0.129	0.119	0.92	
11	4	1.0	0.0119	0.009	0.010	0.115	0.101	0.88	
11	5	1.0	0.009	0.0074	0.0082	0.102	0.092	0.90	
11	6	1.0	0.0074	0.0057	0.0066	0.091	0.076	0.84	
11	7	1.0	0.0057	0.0028	0.0043	0.0725	0.0545	0.75	
11	8	1.0	0.0028	0.0024	0.0026	0.0575	0.0425	0.74	
11	9	1.05	0.0024	----	0.0008	----	----	----	
Vol. Cil		= 0.1759	ff = 0.51	Vol Total =		0.0893	fc medio =		0.85

continuación cuadro 59A.

No. Arb.	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Ø Medio CC	Ø Medio SC	fc
13	1	1.3	0.0165	0.0117	0.01833	0.1335	0.1165	0.87
13	2	1.0	0.0117	0.0117	0.0117	0.122	0.109	0.89
13	3	1.0	0.0117	0.0078	0.0098	0.111	0.1	0.90
13	4	1.0	0.0073	0.0069	0.0074	0.097	0.085	0.88
13	5	1.0	0.0069	0.0057	0.0063	0.09	0.0785	0.87
13	6	1.0	0.0057	0.0038	0.0048	0.078	0.0665	0.85
13	7	1.0	0.0038	0.0024	0.0031	0.063	0.0515	0.82
13	8	1.0	0.0024	0.0016	0.0039	0.05	0.041	0.82
13	9	7.35	0.0016	----	----	0.043	0.0315	0.73
Vol.	Cil. =	0.1948	ff = 0.34	Vol. Total =	0.06533	fc medio =		0.85
4	1	1.3	0.0177	0.0108	0.0185	0.1335	0.1195	0.89
4	2	1.0	0.0108	0.0104	0.0106	0.116	0.102	0.88
4	3	1.0	0.0104	0.0064	0.0084	0.1025	0.0875	0.85
4	4	1.0	0.0064	0.0044	0.0054	0.0825	0.0665	0.81
4	5	1.0	0.0044	0.0041	0.0043	0.0735	0.0595	0.81
4	6	1.0	0.0041	0.002	0.0031	0.061	0.048	0.79
4	7	1.0	0.002	0.0018	0.0019	0.049	0.037	0.76
4	8	1.0	0.0018	0.0009	0.0014	0.0415	----	----
4	9	1.15	0.0009	----	0.001	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.1021	ff = 0.53	Vol. Total =	0.0546	fc medio =		0.83
15	1	1.3	0.0179	0.0104	0.0184	0.133	0.123	0.92
15	2	1.0	0.0104	0.0102	0.0103	0.1145	0.1055	0.92
15	3	1.0	0.0102	0.0087	0.0095	0.1095	0.1005	0.92
15	4	1.0	0.0087	0.0036	0.0062	0.0865	0.0765	0.88
15	5	1.0	0.0036	0.0027	0.0032	0.0635	0.0545	0.86
15	6	1.0	0.0027	0.0013	0.0020	0.0495	0.0415	0.84
15	7	2.22	0.0013	----	0.0009	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0886	ff = 0.57	Vol. Total =	0.0505	fc medio =		0.89
34	1	1.3	0.0415	0.0254	0.0335	0.205	0.189	0.92
34	2	1.0	0.0254	0.0243	0.0249	0.178	0.161	0.90
34	3	1.0	0.0243	0.0222	0.0233	0.172	0.158	0.91
34	4	1.0	0.0222	0.0154	0.0188	0.154	0.139	0.90
34	5	1.0	0.0154	0.0123	0.0139	0.1325	0.1155	0.87
34	6	1.0	0.0123	0.0068	0.0096	0.109	0.094	0.86
34	7	0.50	0.0068	0.0057	0.0031	0.089	0.076	0.85
34	8	1.0	0.0057	0.0038	0.0048	0.0775	0.0665	0.86
34	9	1.0	0.0038	0.0028	0.0033	0.065	0.052	0.80
34	10	3.3	0.0028	----	0.0092	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.3073	ff = 0.47	Vol. Total =	0.1444	fc medio =		0.87

continuación cuadro 59A.

No. Arb.	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Q Medio CC	Q Medio SC	fc
9	1	1.3	0.0177	0.0135	0.0203	0.1405	0.1205	0.86
9	2	1.0	0.0135	0.0111	0.0123	0.125	0.108	0.86
9	3	1.0	0.0111	0.0104	0.0108	0.117	0.103	0.88
9	4	1.0	0.0104	0.0082	0.0093	0.1085	0.0935	0.86
9	5	1.0	0.0082	0.0064	0.0073	0.096	0.082	0.85
9	6	0.50	0.0064	0.005	0.0029	0.085	0.072	0.85
9	7	1.0	0.0050	0.0031	0.0041	0.0715	0.0565	0.79
9	8	1.0	0.0031	0.0013	0.0022	0.0515	0.0415	0.81
9	9	1.7	0.0013	----	0.0007	----	----	----
Vol. Cil. = 0.1283			ff = 0.55	Vol. Total =		0.0699	fc medio = 0.85	
23	1	1.3	0.0177	0.0135	0.0203	0.0985	0.0825	0.84
23	2	1.0	0.0135	0.0111	0.0123	0.081	0.070	0.86
23	3	1.0	0.0111	0.0104	0.0107	0.075	0.064	0.85
23	4	1.0	0.0104	0.0082	0.0093	0.066	0.057	0.86
23	5	1.0	0.0082	0.0064	0.0073	0.058	0.048	0.83
23	6	0.50	0.0064	0.0050	0.0029	0.047	0.035	0.74
23	7	1.0	0.0050	0.0031	0.0041	0.036	0.026	0.72
23	8	1.0	0.0031	0.0013	0.0022	----	----	----
23	9	1.5	0.0013	----	0.0006	----	----	----
Vol. Cil. = 0.1188			ff = 0.59	Vol. Total =		0.0697	fc medio = 0.81	
36	1	1.2	0.0050	0.0044	0.0056	0.0775	0.0675	0.87
36	2	1.0	0.0044	0.0040	0.0042	0.0730	0.061	0.84
36	3	1.0	0.0040	0.0020	0.003	0.0605	0.0485	0.80
36	4	1.0	0.0020	0.0016	0.0018	0.0475	0.0375	0.79
36	5	1.0	0.0016	0.0009	0.0013	0.0395	0.0285	0.72
36	6	1.0	0.0009	0.0005	0.0007	0.0295	0.0195	0.66
36	7	1.25	0.0005	----	0.0002	----	----	----
Vol. Cil. = 0.0332			ff = 0.51	Vol. Total =		0.0168	fc medio = 0.78	
6	1	1.3	0.015	0.0095	0.016	0.124	0.116	0.94
6	2	1.0	0.0095	0.0079	0.0087	0.105	0.09	0.86
6	3	1.0	0.0079	0.0057	0.0068	0.0925	0.0805	0.87
6	4	0.50	0.0057	0.0044	0.0025	0.08	0.065	0.81
6	5	1.0	0.0044	0.0032	0.0038	0.0695	0.0585	0.84
6	6	1.0	0.0032	0.002	0.0026	0.057	0.045	0.79
6	7	1.0	0.002	0.0008	0.0014	0.041	0.023	0.56
6	8	1.5	0.0008	----	0.0004	----	----	----
Vol. Cil. = 0.0789			ff = 0.53	Vol. Total =		0.0422	fc medio = 0.81	
24	1	1.3	0.0143	0.0102	0.0159	0.1245	0.1095	0.88
24	2	1.0	0.0102	0.0065	0.0084	0.1025	0.0895	0.87
24	3	1.0	0.0065	0.0057	0.0061	0.088	0.074	0.84
24	4	1.0	0.0057	0.0038	0.0048	0.0775	0.0705	0.91
24	5	1.0	0.0038	0.0024	0.0031	0.0625	0.0475	0.76
24	6	1.0	0.0024	0.0017	0.0021	0.051	0.036	0.71
24	7	2.3	0.0017	----	0.0013	----	----	----
Vol. Cil. = 0.088			ff = 0.53	Vol. Total =		0.047	fc medio = 0.83	

continuación cuadro 59A.

No. Ash	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Ø Medio CC	Ø Medio SC	fc
1	1	1.3	0.0147	0.0117	0.0172	0.1295	0.1155	0.89
1	2	1.0	0.0117	0.0099	0.0108	0.117	0.102	0.87
1	3	1.0	0.0099	0.007	0.0085	0.103	0.088	0.85
1	4	1.0	0.0070	0.0058	0.0064	0.09	0.077	0.86
1	5	1.0	0.0058	0.0048	0.0053	0.0815	0.0665	0.82
1	6	1.0	0.0047	0.003	0.0039	0.0695	0.0555	0.80
1	7	0.5	0.003	0.0023	0.0027	0.058	0.044	0.76
1	8	1.0	0.0023	0.0008	0.0016	----	----	----
1	9	1.5	0.0008	----	0.0004	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.1147	ff = 0.50	Vol. Total =	0.0568		fc medio	0.84
31	1	1.3	0.0113	0.0068	0.0118	0.1065	0.0975	0.92
31	2	1.0	0.0068	0.0053	0.0061	0.0875	0.0695	0.75
31	3	1.0	0.0053	0.0042	0.0048	0.0775	0.0605	0.78
31	4	1.0	0.0042	0.0033	0.0038	0.069	0.058	0.84
31	5	1.0	0.0033	0.0024	0.0029	0.06	0.045	0.75
31	6	1.0	0.0024	0.0016	0.0020	0.05	0.037	0.74
31	7	2.2	0.0016	----	0.0012	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0578	ff = 0.56	Vol. Total =	0.0326		fc medio =	0.80
10	1	1.3	0.0154	0.0095	0.0162	0.125	0.115	0.92
10	2	1.0	0.0095	0.005	0.0073	0.095	0.083	0.87
10	3	1.0	0.005	0.0038	0.0044	0.075	0.06	0.80
10	4	1.0	0.0038	0.0028	0.0033	0.065	0.055	0.85
10	5	1.0	0.0028	0.002	0.0024	0.055	0.045	0.82
10	6	1.0	0.002	0.0008	0.0014	0.041	0.032	0.73
10	7	1.7	0.008	----	0.0005	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.076	ff = 0.47	Vol. Total =	0.0355		fc medio =	0.83
24	1	1.3	0.0165	0.0097	0.17	0.128	0.115	0.90
24	2	1.0	0.0097	0.0064	0.0081	0.1005	0.0905	0.90
24	3	1.0	0.0064	0.0041	0.0053	0.081	0.069	0.85
24	4	1.0	0.0041	0.0020	0.0031	0.061	0.051	0.84
24	5	1.0	0.0020	0.0007	0.0014	0.0395	0.0295	0.75
24	6	1.3	0.0007	----	0.0003	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.064	ff = 0.55	Vol. Total =	0.0352		fc medio =	0.085
7	1	1.3	0.0302	0.0223	0.0341	0.182	0.157	0.86
7	2	1.0	0.0223	0.0174	0.0199	0.1585	0.1435	0.91
7	3	1.0	0.0174	0.0143	0.0159	0.142	0.126	0.89
7	4	1.0	0.0143	0.0131	0.0137	0.132	0.115	0.87
7	5	1.0	0.0131	0.0087	0.0109	0.117	0.102	0.87
7	6	1.0	0.0087	0.0061	0.0074	0.0965	0.0835	0.87
7	7	1.0	0.0061	0.0044	0.0053	0.0815	0.0685	0.84
7	8	1.0	0.0044	0.0030	0.0037	0.0685	0.0575	0.84
7	9	2.45	0.0030	----	0.0025	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.2397	ff = 0.47	Vol. Total =	0.1134		fc medio =	0.87

continuación cuadro 59A.

No. Art.	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Q Medio CC	Q Medio SC	fc	
27	1	1.2	0.0095	0.0052	0.0087	0.0955	0.08	0.84	
27	2	1.0	0.0052	0.0038	0.0045	0.0755	0.0615	0.81	
27	3	1.0	0.0038	0.0024	0.0031	0.0625	0.0475	0.76	
27	4	1.0	0.0024	0.0011	0.0018	0.046	0.035	0.76	
27	5	1.0	0.0011	0.0007	0.0009	----	----	----	
27	6	1.5	0.0007	----	0.0004	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.0354	ff = 0.55	Vol. Total =		0.0194	fc medio =		0.79
21	1	1.3	0.0123	0.0087	0.0137	0.115	0.099	0.86	
21	2	1.0	0.0087	0.0071	0.0079	0.1	0.083	0.83	
21	3	1.0	0.0071	0.0057	0.0064	0.09	0.076	0.84	
21	4	1.0	0.0057	0.0043	0.005	0.0795	0.0645	0.81	
21	5	1.0	0.0043	0.0028	0.0036	0.067	0.052	0.78	
21	6	1.0	0.0028	0.0015	0.0022	0.052	0.038	0.73	
21	7	1.9	0.0015	----	0.0009	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.0713	ff = 0.56	Vol. Total =		0.0397	fc medio =		0.81
34	1	1.3	0.0071	0.005	0.0079	0.0875	0.0775	0.89	
34	2	1.0	0.005	0.0038	0.0044	0.075	0.066	0.88	
34	3	1.0	0.0038	0.0031	0.0035	0.0665	0.0565	0.85	
34	4	1.0	0.0031	0.0018	0.0025	0.0555	0.0445	0.80	
34	5	1.0	0.0018	0.0012	0.0015	0.0435	0.0315	0.72	
34	6	2.4	0.0012	----	0.0009	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.0385	ff = 0.54	Vol. Total =		0.0207	fc medio =		0.83
19	1	1.3	0.0172	0.0129	0.0196	0.138	0.126	0.91	
19	2	1.0	0.0129	0.0095	0.0112	0.119	0.108	0.91	
19	3	1.0	0.0095	0.0083	0.0089	0.1065	0.0965	0.91	
19	4	1.0	0.0083	0.0066	0.0075	0.0975	0.0865	0.89	
19	5	1.0	0.0066	0.0034	0.005	0.079	0.068	0.86	
19	6	1.0	0.0034	0.0022	0.0028	0.0595	0.0485	0.82	
19	7	1.0	0.0022	0.0007	0.0015	0.0415	0.0325	0.78	
19	8	0.5	0.0007	----	0.0001	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.0999	ff = 0.57	Vol. Total =		0.0566	fc medio =		0.87
24	1	1.3	0.0241	0.0163	0.0263	0.1595	0.1435	0.90	
24	2	0.5	0.0163	0.0147	0.0078	0.1405	0.1255	0.89	
24	3	1.0	0.0147	0.0106	0.0127	0.1265	0.1125	0.89	
24	4	1.0	0.0106	0.0071	0.0087	0.1055	0.0925	0.88	
24	5	1.0	0.0071	0.0043	0.0057	0.0845	0.0735	0.87	
24	6	1.0	0.0043	0.0028	0.0036	0.067	0.05	0.75	
24	7	1.0	0.0028	0.0007	0.0018	0.045	0.037	0.82	
24	8	1.45	0.007	----	0.0003	----	----	----	
Vol. Cil.		= 0.1345	ff = 0.50	Vol. Total =		0.0671	fc medio =		0.87

continuación cuadro 59A.

No. Arb.	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Ø Medio CC	Ø Medio SC	fc
6	1	1.3	0.0113	0.0082	0.0127	0.111	0.098	0.88
6	2	1.0	0.0082	0.0064	0.0073	0.096	0.081	0.84
6	3	1.0	0.0064	0.005	0.0057	0.085	0.075	0.88
6	4	1.0	0.0050	0.0044	0.0047	0.0775	0.0675	0.87
6	5	1.0	0.0044	0.0035	0.0040	0.071	0.059	0.87
6	6	1.0	0.0035	0.0028	0.0032	0.0635	0.0565	0.89
6	7	1.0	0.0023	0.0019	0.0024	0.0545	0.0455	0.83
6	8	1.0	0.0019	0.0009	0.0014	0.0415	0.0325	0.78
6	9	1.6	0.0009	----	0.0005	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0812	ff = 0.52	Vol. Total =	0.0419	fc medio =		0.86
30	1	1.3	0.0201	0.0129	0.0345	0.144	0.124	0.86
30	2	1.0	0.0129	0.0113	0.0121	0.124	0.107	0.86
30	3	1.0	0.0113	0.0054	0.0084	0.1015	0.0895	0.88
30	4	1.0	0.0054	0.0048	0.0051	0.0805	0.0685	0.85
30	5	1.0	0.0048	0.0041	0.0045	0.075	0.065	0.87
30	6	1.0	0.0041	0.0031	0.0036	0.0675	0.0575	0.85
30	7	1.0	0.0031	0.0017	0.0024	0.055	0.048	0.87
30	8	1.0	0.0017	0.0007	0.0012	0.0385	0.0315	0.87
30	9	1.6	0.0007	----	0.0004	----	----	0.82
Vol.	Cil. =	0.1406	ff = 0.51	Vol. Total =	0.0722	fc medio =		0.86
13	1	1.3	0.0201	0.015	0.0228	0.149	0.133	0.89
13	2	1.0	0.015	0.0133	0.0142	0.134	0.12	0.90
13	3	1.0	0.0133	0.0113	0.0123	0.125	0.111	0.89
13	4	1.0	0.0113	0.0092	0.0103	0.114	0.103	0.90
13	5	1.0	0.0092	0.0072	0.0082	0.102	0.09	0.88
13	6	1.0	0.0072	0.0053	0.0063	0.089	0.076	0.85
13	7	1.0	0.0053	0.0040	0.0047	0.0765	0.0695	0.91
13	8	1.0	0.0040	0.0028	0.0034	0.0655	0.0515	0.79
13	9	1.0	0.0028	0.0024	0.0026	0.0575	0.0455	0.79
13	10	2.0	0.0024	----	0.0016	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.1695	ff = 0.51	Vol. Total =	0.0864	fc medio =		0.87
4	1	1.3	0.0087	0.0059	0.0095	0.096	0.081	0.84
4	2	1.0	0.0059	0.0047	0.0053	0.082	0.07	0.85
4	3	1.0	0.0047	0.0034	0.0041	0.0715	0.0575	0.80
4	4	1.0	0.0037	0.0020	0.0029	0.0585	0.0495	0.85
4	5	1.0	0.0020	0.0015	0.0018	0.047	0.037	0.79
4	6	1.0	0.0015	0.0009	0.0012	0.039	0.029	0.74
4	7	1.0	0.0009	0.0005	0.0007	----	----	----
4	8	1.6	0.0005	----	0.0003	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0496	ff = 0.52	Vol. Total =	0.0258	fc medio =		0.81

continuación cuadro 59A.

No. Arb	No. Secc.	Long. Secc.	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Q Medio CC	Q Medio SC	fc
3	1	1.3	0.0147	0.008	0.0148	0.119	0.103	0.87
3	2	1.0	0.008	0.0068	0.0074	0.097	0.036	0.89
3	3	1.0	0.0068	0.0044	0.0056	0.084	0.071	0.85
3	4	1.0	0.0044	0.0031	0.0038	0.069	0.059	0.86
3	5	1.0	0.0031	0.0023	0.0027	0.0585	0.0465	0.79
3	6	1.0	0.0023	0.0008	0.0016	----	----	----
3	7	1.6	0.0008	----	0.0004	----	----	----
Vol. Cil. = 0.0632			ff = 0.57	Vol. Total = 0.0363		fc medio =		0.85
6	1	1.3	0.0097	0.007	0.0109	0.1025	0.0845	0.82
6	2	1.0	0.007	0.0043	0.0057	0.084	0.074	0.88
6	3	1.0	0.0043	0.0034	0.0039	0.07	0.055	0.79
6	4	1.0	0.0034	0.0018	0.0026	0.057	0.046	0.81
6	5	1.0	0.0018	0.0011	0.0015	0.043	0.031	0.72
6	6	1.6	0.0011	----	0.0006	----	----	----
Vol. Cil. = 0.0483			ff = 0.52	Vol. Total = 0.0252		fc medio =		0.80
10	1	1.3	0.0177	0.0147	0.0211	0.1435	0.1245	0.87
10	2	1.0	0.0147	0.0133	0.014	0.1335	0.1145	0.86
10	3	0.5	0.0133	0.0113	0.0062	0.125	0.109	0.87
10	4	0.25	0.0113	0.0108	0.0028	0.1185	0.1045	0.88
10	5	1.0	0.0108	0.0087	0.0098	0.111	0.097	0.87
10	6	1.0	0.0087	0.0071	0.0079	0.10	0.092	0.92
10	7	1.0	0.0071	0.0050	0.0061	0.0875	0.0805	0.92
10	8	1.0	0.005	0.0038	0.0044	0.075	0.068	0.91
10	9	1.0	0.0038	0.0024	0.0031	0.0625	0.0535	0.86
10	10	1.0	0.0024	0.0011	0.0018	0.04625	0.0403	0.87
10	11	1.07	0.0011	----	0.0004	----	----	----
Vol. Cil. = 0.1488			ff = 0.52	Vol. Total = 0.0776		fc medio =		0.88
14	1	1.3	0.0109	0.0038	0.0096	0.094	0.079	0.84
14	2	1.0	0.0038	0.0028	0.0033	0.065	0.052	0.80
14	3	1.0	0.0028	0.0019	0.0024	0.0545	0.0435	0.80
14	4	1.0	0.0019	0.0011	0.0015	0.043	0.033	0.77
14	5	1.45	0.0011	----	0.0005	----	----	----
Vol. Cil. = 0.0219			ff = 0.79	Vol. Total = 0.0173		fc medio =		0.80
4	1	1.3	0.0269	0.0204	0.0307	0.173	0.157	0.91
4	2	1.0	0.0204	0.0172	0.0188	0.1545	0.1405	0.91
4	3	1.0	0.0172	0.0129	0.0151	0.138	0.127	0.92
4	4	0.5	0.0129	0.0117	0.0062	0.125	0.116	0.93
4	5	1.0	0.0117	0.0095	0.0106	0.116	0.0895	0.77
4	6	1.0	0.0095	0.0068	0.0082	0.1015	0.067	0.66
4	7	1.0	0.0068	0.0035	0.0052	0.080	0.0465	0.58
4	8	1.0	0.0035	0.0021	0.0028	----	----	----
4	9	1.85	0.0021	----	0.0013	----	----	----
Vol. Cil. = 0.1969			ff = 0.50	Vol. Total = 0.0989		fc medio =		0.81

continuación cuadro 59A.

No. Arb	No. Secc	Long. Secc	Area Basal Mayor	Area Basal Menor	Vol. cc.	Ø Medio CC	Ø Medio SC	f _c
9	1	1.3	0.0165	0.0117	0.0183	0.1335	0.1195	0.90
9	2	1.0	0.0117	0.0088	0.0103	0.114	0.102	0.89
9	3	1.0	0.0088	0.0069	0.0079	0.1	0.085	0.85
9	4	1.0	0.0069	0.0061	0.0065	0.091	0.08	0.88
9	5	1.0	0.0061	0.0047	0.0054	0.0825	0.0725	0.88
9	6	3.0	0.0047	----	0.0047	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0971	f _f = 0.55	Vol. Total =	0.0531		f _c medio =	0.88
7	1	1.3	0.0095	0.0058	0.0099	0.098	0.088	0.90
7	2	1.0	0.0058	0.0043	0.0051	0.080	0.070	0.88
7	3	1.0	0.0043	0.0033	0.0038	0.0695	0.0585	0.84
7	4	1.0	0.0033	0.0024	0.0029	0.060	0.052	0.87
7	5	1.0	0.0024	0.0015	0.0020	0.0495	0.0385	0.78
7	6	1.0	0.0015	0.0011	0.0013	0.0405	0.0325	0.80
7	7	0.4	0.0011	----	0.0002	----	----	----
Vol.	Cil. =	0.0447	f _f = 0.56	Vol. Total =	0.0252		f _c medio =	0.85

Apéndice 4. Tabulación de datos provenientes del análisis fustal, para la construcción de curvas de crecimiento individual de un árbol para los sitios I y II.

Cuadro 60A. Cálculos para la construcción de curvas de crecimiento individual

No. Sección	Long. Sección	No. Años	Radios Medios (cm)						
			7	6	5	4	3	2	1
1	0.3	0	-	1.64	1.57	1.43	1.39	1.35	1.31
2	1.3	1	-	1.59	1.55	1.37	1.21	1.11	
3	2.3	1	-	1.53	1.43	1.36	1.10	1.02	
4	2.8	1	-	1.47	1.40	1.17	0.98	0.90	
5	3.3	1	-	1.43	1.36	1.17	0.88	0.80	
6	3.8	2	-	1.31	1.28	1.05	0.76	-	
7	4.3	1	-	1.30	1.21	0.89	0.66	0.6	
8	4.8	2	-	1.28	1.15	0.80	0.53		
9	5.3	3	-	1.16	1.05	0.77	-		
10	5.8	2	-	1.05	0.95	0.50	0.38		
11	6.3	3	-	0.98	0.90	0.48			
12	6.8	3	-	0.97	0.89	0.40			
13	7.3	4	-	0.88	0.80				
14	7.8	4	-	0.73	0.71				
15	8.3	4	-	0.70	0.66				
16	8.8	5	-	0.68					
17	9.8	5	-	0.50					

continuación cuadro 60A.

No. Sección	Long. Sección	No. Años	Radios Medios (cm)						
			7	6	5	4	3	2	1
1	0.3	0	-	1.46	1.32	1.24	1.06	1.3	0.82
2	1.3	1	-	1.42	1.21	1.13	1.06	0.98	
3	2.3	1	-	1.38	1.16	0.89	0.78	0.72	
4	3.3	2	-	1.32	1.13	0.84	0.68		
5	4.3	2	-	1.28	1.07	0.78	0.65		
6	5.3	3	-	1.24	0.95	0.70			
7	5.8	3	-	1.17	0.95	0.65			
8	6.3	3	-	1.13	0.83	0.54			
9	6.8	4	-	1.03	0.79				
10	7.3	4	-	0.92	0.77				
11	7.8	4	-	0.84	0.61				
12	8.3	4	-	0.78	0.50				
13	8.8	5	-	0.66					
14	9.3	5	-	0.55					

Apéndice 5. Resultados de laboratorio para el análisis de las características del medio edáfico.

SECTOR PUBLICO AGROPECUARIO Y DE ALIMENTACION
 INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
 7A. AVENIDA 3-67 ZONA 13
 FINCA NACIONAL "LA AURORA"
 TELFAX 502 2 720161
 GUATEMALA, C.A.

MUESTRAS: SUELOS
 PROCEDENCIA: LIVINGSTON, IZABAL
 INTERESADO: MARIO RENE ALFARO

OFICIO No. 15-96-176
 INGRESO: 1563-1570
 FECHA INGRESO:
 PROCESAMIENTO: 25-7-96

DATOS DE LABORATORIO

INGRESO	ARCILLA	LIMO	ARENA	CLASE TEXTURAL	Fe.	Cu.	Mn.	Zn
1560	46.65	22.12	31.23	ARCILLA	81.0	3.70	>100	3.0
1564	35.42	21.15	43.42	FRANCO	44.0	4.85	>100	1.0
1565	49.39	32.40	19.22	ARCILLA	>100	3.90	41.0	2.0
1565	45.54	28.48	24.99	ARCILLA	>100	4.25	5.0	1.0
1567	45.90	26.15	28.05	ARCILLA	87.0	2.30	77.0	1.0
560	35.48	22.94	21.58	FRANCO	>100	3.25	26.5	1.0
569	42.83	30.87	20.30	ARCILLA	>100	1.60	49.5	4.5
570	55.66	26.10	18.24	ARCILLA	>100	4.10	16.0	4.5

Fe, Cu, Mn y Zn. extraidos con HCl 0.1 N.

Atentamente:

Margarita de Colacho
 Margarita de Colacho
 Jefe de Laboratorio



Sector Publico Agrícola
 INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS
 DISCIPLINA DE MANEJO DE SUELOS
 7a. Av. 3-67, Zona 13, La Aurora, Tel. 63942

Nombre de la Finca Toquela
 Aldea más cercana Seja
 Municipio Livizagón
 Departamento Ezabal
 Agricultor Mario René Alfaro

DIRECCION A DONDE SE ENVIARAN LOS RESULTADOS
 Nombre Mario Alfaro
 Dirección Ca. Av. C-62 El Tesoro
Zona 2 Mixco

NOTA Use una casilla para cada muestra. Llenando original y copia

Campo No.	1	2	2	2	3	3	4	4		
Muestra No.	1, 2	2	1	2	1	2	1	2		
Area que representa cada muestra	1 ha	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Cultivo Anterior	Pasto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Fertilizante usado (fórmula)										
Cuántos quintales usó por manzana										
Rendimiento que obtuvo										
Para que cultivo desea recomendación	Pino	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Mes que sembrará										
Edad si son cultivos perennes	7a.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

PAPA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO.

g Rutina, 8E.M. 18 Texura

Muestra No.	Laboratorio	pH	Microgramos / ml.		Meq / 100 ml de Suelo		Recomendación Número
			P	K	Ca	Mg	
1	1563	4.0	440	134	8.61	4.60	
2	1564	4.0	1.48	80	6.18	3.02	
3	1565	4.2	2.50	96	6.55	4.57	
4	1566	4.0	1.04	110	5.05	4.07	
5	1567	4.0	1.49	129	9.73	7.13	
6	1568	3.8	1.12	99	5.05	5.00	
7	1569	4.0	5.20	215	6.55	6.57	
8	1570	4.0	1.39	144	5.61	6.88	

OBSERVACIONES

servicio a Agricul-
 tores más
 Cu, Mn, Zn
 Analisis Mecá-
 nico (textura)
CANCELADO
 Ing. de Colocha
 Laboratorio de Suelos

Fecha: 18/7/96

Apéndice 6. Tabulación de datos de campo de Edad - Altura, para la elaboración de Curvas de Índice de Sitio.

Cuadro 61A. Matriz de datos edad-altura para construcción de curvas de Índice de Sitio.

# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.	# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.
1	1.3	6	0	0	1	0	6	0	0
2	1.0	5	1	1.3	2	1.3	5	1	1.3
3	1.0	4	2	2.3	3	1.0	4	2	2.3
4	1.0	4	2	3.3	4	1.0	3	3	3.3
5	1.0	2	4	4.3	5	1.0	3	3	4.3
6	1.0	2	4	5.3	6	1.0	2	4	5.3
7	1.0	1	5	6.3	7	1.0	1	5	6.3
8	1.0	1	5	7.3	8	0.5	1	5	6.8
9	2.0	0	6	9.3	9	1.0	1	5	7.8
10	0	6	0	0	10	1.0	1	5	8.8
11	1.3	5	1	1.3	11	1.42	0	6	10.22
12	2.3	5	1	2.3	1	0	6	0	0
13	1.0	4	2	3.3	2	1.3	6	1	1.3
14	1.0	4	2	4.3	3	1.0	5	1	2.3
15	1.0	3	3	5.3	4	1.0	4	2	3.3
16	1.0	2	4	6.3	5	1.0	3	3	4.3
17	1.0	1	5	7.3	6	0.5	3	3	4.8
18	1.6	0	6	8.9	7	1.0	2	4	5.8
19	0	6	0	0	8	1.0	2	4	6.8
20	1.0	4	2	1.3	9	1.0	1	5	7.8
21	1.0	3	3	2.3	10	1.0	1	5	8.8
22	1.0	2	4	3.3	11	2.4	0	6	11.2
23	1.0	1	5	4.3	1	0	6	0	0
24	1.9	0	6	6.2	2	1.3	6	1	1.3
25	0	6	0	0	3	1.0	5	1	2.3
26	2.3	5	1	2.3	4	1.0	4	2	3.3
27	1.5	4	2	3.8	5	1.0	4	2	4.3
28	1.0	4	2	4.8	6	1.0	3	3	5.3
29	1.0	4	2	5.8	7	1.0	3	3	6.3
30	1.0	3	3	6.8	8	1.0	2	4	7.3
31	1.0	2	4	7.8	9	1.0	1	5	8.3
32	1.0	2	4	8.8	10	2.5	0	6	10.8
33	1.0	1	5	9.8	1	0	6	0	0
34	0.7	0	6	10.5	2	1.3	5	1	1.3
35	0	6	0	0	3	1.0	5	1	2.3
36	1.3	5	1	1.3	4	0.5	5	1	2.8
37	1.0	5	1	2.3	5	1.0	4	2	3.8
38	1.0	4	2	3.3	6	1.0	3	3	4.8
39	1.0	4	2	4.3	7	1.0	3	3	5.8
40	1.0	3	3	5.3	8	1.0	2	4	6.8
41	2.0	2	4	7.3	9	1.0	2	4	7.8
42	1.0	1	5	8.3	10	1.0	1	5	8.8
43	2.1	0	6	10.4	11	2.0	0	6	10.8

continuación cuadro 61A.

# Secc.	Long. S	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.	# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed	h. Acum.
1	0	6	0	0	1	0	6	0	0
2	1.3	5	1	1.3	2	1.3	5	1	1.3
3	1.0	4	2	2.3	3	1.0	5	1	2.3
4	1.0	3	3	3.3	4	1.0	5	1	3.3
5	1.0	3	3	4.3	5	1.0	4	2	4.3
6	1.0	2	4	5.3	6	1.0	4	2	5.3
7	1.0	1	5	6.3	7	1.0	3	3	6.3
8	1.55	0	6	8.85	8	1.0	2	4	7.3
9	0	6	0	0	9	1.0	2	4	8.3
2	1.3	5	1	1.3	10	1.1	0	6	9.4
3	1.0	5	1	2.3	1	0	6	0	0
4	1.0	5	1	3.3	2	1.3	6	0	1.3
5	1.0	5	2	4.3	3	1.0	5	1	2.3
6	1.0	3	3	5.3	4	1.0	4	2	3.3
7	1.0	2	4	6.3	5	1.0	3	3	4.3
8	1.0	2	4	7.3	6	2.0	3	3	6.3
9	1.0	1	5	8.3	7	1.0	2	4	7.3
10	4.0	0	6	12.3	8	1.0	1	5	8.3
1	0	6	0	0	9	1.3	0	6	9.5
2	1.3	5	1	1.3	1	0	6	0	0
3	1.0	4	2	2.3	2	1.3	6	0	1.3
4	1.0	3	3	3.3	3	1.0	5	1	2.3
5	1.0	3	3	4.3	4	1.0	5	1	3.3
6	1.0	2	4	5.3	5	1.0	4	2	4.3
7	1.0	2	4	6.3	6	1.0	3	3	5.3
8	1.0	2	4	7.3	7	1.0	3	3	6.3
9	1.0	1	5	8.3	8	1.0	3	3	7.3
10	2.3	0	6	10.6	9	1.0	2	4	8.3
1	0	6	0	0	10	1.0	1	5	9.3
2	1.3	5	1	1.3	11	2.2	0	6	11.5
3	1.0	5	1	2.3	1	0	6	0	0
4	1.0	5	1	3.3	2	1.3	5	1	1.3
5	1.0	4	2	4.3	3	1.0	5	1	2.3
6	1.0	3	3	5.3	4	1.0	4	2	3.3
7	1.0	2	4	6.3	5	1.0	4	2	4.3
8	1.0	1	5	7.3	6	1.0	4	2	5.3
9	2.0	0	6	9.3	7	0.5	3	3	5.8
1	0	6	0	0	8	1.0	2	4	6.8
2	1.3	5	1	1.3	9	1.0	2	4	7.8
3	1.0	4	2	2.3	10	1.0	1	5	8.8
4	1.0	4	2	3.3	11	1.2	0	6	10
5	1.0	3	3	4.3					
6	1.0	2	4	5.3					
7	1.0	1	5	6.3					
8	1.8	0	6	8.10					

Continuación cuadro 61A.

# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.	# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.
1	0	6	0	0	1	0	6	0	0
2	1.3	5	1	1.3	2	1.3	6	0	1.3
3	1.0	5	1	2.3	3	1.0	5	1	2.3
4	1.0	5	1	3.3	4	1.0	4	2	3.3
5	1.0	4	2	4.3	5	1.0	4	2	4.3
6	1.0	4	2	5.3	6	1.0	4	2	5.3
7	1.0	3	3	6.3	7	1.0	3	3	6.3
8	1.0	1	5	7.3	8	1.0	3	3	7.3
9	1.05	0	6	8.8	9	1.0	3	3	8.3
1	0	6	0	1	10	1.0	2	4	9.3
2	1.3	6	0	1.3	11	1.0	1	5	10.3
3	2.0	5	1	3.3	12	1.7	0	6	12.0
4	1.0	4	2	4.3	1	0	6	0	0
5	1.0	3	3	5.3	2	1.3	6	0	1.3
6	1.0	2	4	6.3	3	1.0	5	1	2.3
7	1.4	0	6	7.7	4	1.0	5	1	3.3
1	0	6	0	0	5	1.0	4	2	4.3
2	1.3	6	0	1.3	6	1.0	4	2	5.3
3	1.0	4	2	2.3	7	1.0	3	3	6.3
4	1.0	4	2	3.3	8	1.0	3	3	7.3
5	1.0	3	3	4.3	9	1.0	2	4	8.3
6	1.0	3	3	5.3	10	1.0	1	5	9.3
7	0.5	3	3	5.8	11	2.6	0	6	11.9
8	1.0	2	4	6.8	1	0	6	0	0
9	1.0	1	5	7.8	2	1.3	5	1	1.3
10	1.2	0	6	10.0	3	1.0	4	2	2.3
1	0	6	0	0	4	1.0	4	2	3.3
2	1.3	6	0	1.3	5	1.0	3	3	4.3
3	1.0	6	0	2.3	6	1.0	3	3	5.3
4	1.0	4	2	3.3	7	1.0	2	4	6.3
5	1.0	4	2	4.3	8	1.0	2	4	7.3
6	1.0	3	3	5.3	9	0.5	1	5	7.8
7	1.0	3	3	6.3	10	1.0	1	5	8.8
8	1.0	2	4	7.3	11	0.7	0	6	9.5
9	1.0	2	4	8.3	1	0	6	0	0
10	1.0	1	5	9.3	2	1.3	6	0	1.3
11	2.35	0	6	11.65	3	1.0	5	1	2.3
1	0	6	0	0	4	1.0	5	1	3.3
2	1.3	5	1	1.3	5	1.0	4	2	4.3
3	1.0	4	2	2.3	6	1.0	4	2	5.3
4	0.5	3	3	2.8	7	1.0	3	3	6.3
5	1.0	3	3	3.8	8	0.5	2	4	6.8
6	1.0	2	4	4.8	9	1.0	1	5	7.8
7	1.0	2	4	5.8	10	1.05	0	6	8.85
8	1.0	1	5	6.8					
9	1.3	0	6	8.1					

continuación cuadro 61A.

# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed.	h. Acum.	# Secc.	Long. Sec	# Anillos	Dif. Ed	h. Acum.
1	0	6	0	0	1	0	6	0	0
2	1.3	6	0	1.3	2	1.3	6	0	1.3
3	1.0	5	1	2.3	3	1.0	4	2	2.3
4	1.0	5	1	3.3	4	1.0	4	2	3.3
5	1.0	4	2	4.3	5	1.0	3	3	4.3
6	1.0	4	2	5.3	6	1.0	3	3	5.3
7	1.0	3	3	6.3	7	1.0	3	3	6.3
8	1.0	3	3	7.3	8	1.0	2	4	7.3
9	0.5	3	3	7.8	9	1.8	0	6	9.1
10	1.0	2	4	8.8	1	0	6	0	0
11	5.7	0	6	14.5	2	1.3	6	0	1.3
1	0	6	0	0	3	1.0	5	1	2.3
2	1.3	5	1	1.3	4	1.0	5	1	3.3
3	1.0	5	1	2.3	5	1.0	4	2	4.3
4	1.0	4	2	3.3	6	1.0	3	3	5.3
5	1.0	4	2	4.3	7	1.0	2	4	6.3
6	1.0	3	3	5.3	8	1.0	2	4	7.3
7	1.0	2	4	6.3	9	1.0	1	5	8.3
8	1.0	2	4	7.3	10	1.6	0	6	9.9
9	1.0	2	4	8.3	1	0	6	0	0
10	1.0	0	6	9.3	2	1.3	5	1	1.3
1	0	6	0	0	3	1.0	4	2	2.3
2	1.3	5	1	1.3	4	1.0	4	2	3.3
3	1.0	4	2	2.3	5	1.0	3	3	4.3
4	1.0	4	2	3.3	6	1.0	2	4	5.3
5	1.0	3	3	4.3	7	1.0	2	4	6.3
6	1.0	2	4	5.3	8	1.0	1	5	7.3
7	1.0	2	4	6.3	9	1.6	0	6	8.9
8	1.0	1	5	7.3	1	0	6	0	0
9	1.0	1	5	8.3	2	1.3	5	1	1.3
10	1.8	0	6	10.1	3	1.0	4	2	2.3
1	0	6	0	0	4	1.0	3	3	3.3
2	1.3	6	0	1.3	5	1.0	2	4	4.3
3	1.0	5	1	2.3	6	1.0	2	4	5.3
4	1.0	5	1	3.3	7	1.0	2	4	6.3
5	1.0	4	2	4.3	8	1.0	1	5	7.3
6	1.0	4	2	5.3	9	2.0	0	6	9.3
7	1.0	4	2	6.3	1	0	6	0	0
8	1.0	3	3	7.3	2	1.3	5	1	1.3
9	1.0	2	4	8.3	3	1.0	5	1	2.3
10	2.26	0	6	10.56	4	1.0	4	2	3.3
					5	1.0	3	3	4.3
					6	1.0	2	4	5.3
					7	1.0	1	5	6.3
					8	2.04	0	6	8.34

Apéndice 7. Determinación de los estimadores mediante regresión jerárquica y estimación del factor K para la construcción de Curvas de Índice de Sitio.

** PALMERS STATISTICAL PACKAGE ** PSP **

** SINDEK ** Cálculo de Índices de Sitio

Corrido el 19/12/96 a las 9.44:28 horas Versión de 13 de diciembre de 1990

INDICES DE SITIO PARA Pinos caribaca, IZABAL.

Función de Schumacher : $\ln Adom = A + B/(Edad**K)$.

Referencia : Alder, D. (1980) Forst volume estimation and yield prediction.

Etapa 1. Función : $\text{Loge} (Adom) = 1 / \text{Edad}$

Parcela	Suma X	Suma Y	Suma XX	Suma XY	Sum1	Sum2	Sum3	Sum4	N	Sum6
001	2.11667	6.62445	1.38028	1.78325	-1.02110004	0.48422208	2.73463	3.24593	5	6.62445
002	2.44975	9.13847	1.49122	2.63686	-1.09429586	0.49101007	4.33178	4.02440	6	9.13847
003	1.44975	5.57236	0.49122	1.30290	-0.31279966	0.07086708	3.84528	4.27866	5	5.57236
004	2.44975	10.20217	1.49122	2.93026	-1.23519814	0.49101007	4.81377	4.02440	6	10.20217
005	2.44975	9.29422	1.49122	2.66282	-1.13193023	0.49101007	4.37443	4.02440	6	9.29422
006	2.44975	8.11984	1.49122	2.24859	-1.06666672	0.49101007	3.69394	4.02440	6	8.11984
007	2.44975	9.14280	1.49122	2.59810	-1.13482010	0.49101007	4.26811	4.02440	6	9.14280
008	2.44975	9.60767	1.49122	2.73162	-1.19111013	0.49101007	4.48745	4.02440	6	9.60767
009	2.44975	9.63720	1.49122	2.76311	-1.17167234	0.49101007	4.53919	4.02440	6	9.63720
010	2.44975	9.85509	1.49122	2.84881	-1.17493927	0.49101007	4.67997	4.02440	6	9.85509
011	2.44975	8.43401	1.49122	2.31015	-1.13338840	0.49101007	3.79506	4.02440	6	8.43401
012	2.44975	7.97220	1.49122	2.22399	-1.03099430	0.49101007	3.65352	4.02440	6	7.97220
013	2.44975	9.44712	1.49122	2.77653	-1.08064377	0.49101007	4.56124	4.02440	6	9.44712
014	2.24975	7.79011	1.45122	2.47514	-1.03001356	0.43894786	3.83708	3.48766	5	7.79011
015	2.44975	8.99462	1.49122	2.57809	-1.09433377	0.49101007	4.23523	4.02440	6	8.99462
016	2.44975	8.15401	1.49122	2.29834	-1.03087401	0.49101007	3.77566	4.02440	6	8.15401
017	2.44975	10.17730	1.49122	2.92928	-1.22602630	0.49101007	4.81216	4.02440	6	10.17730
018	2.44975	9.60840	1.49122	2.74278	-1.18024766	0.49101007	4.50578	4.02440	6	9.60840
019	2.19975	7.72416	1.42872	2.36476	-1.03348112	0.46094272	3.64093	3.38687	5	7.72416
020	2.24975	6.62383	1.45122	2.10229	-0.87809622	0.43894786	3.25907	3.48766	5	6.62383
021	2.44975	8.82752	1.49122	2.43848	-1.16572404	0.49101007	4.00588	4.02440	6	8.82752
022	2.44975	9.92127	1.49122	2.79837	-1.25239277	0.49101007	4.59711	4.02440	6	9.92127
023	2.44975	10.34390	1.49122	2.91046	-1.31286335	0.49101007	4.78125	4.02440	6	10.34390
024	2.44975	10.38434	1.49122	2.99255	-1.24728715	0.49101007	4.91610	4.02440	6	10.38434
025	2.44975	7.70230	1.49122	2.14595	-0.99883169	0.49101007	3.52532	4.02440	6	7.70230
026	2.44975	8.69985	1.49122	2.41083	-1.14124119	0.49101007	3.96047	4.02440	6	8.69985
027	2.44975	9.70733	1.49122	2.85724	-1.10617864	0.49101007	4.69381	4.02440	6	9.70733
028	2.24975	8.41043	1.45122	2.59410	-1.19016528	0.43894786	4.02150	3.48766	5	8.41043
029	2.24975	7.19456	1.45122	2.24661	-0.99057436	0.43894786	3.48280	3.48766	5	7.19456
030	2.44975	8.52201	1.49122	2.36458	-1.11488032	0.49101007	3.88449	4.02440	6	8.52201
031	2.44975	8.53941	1.49122	2.48291	-1.00365996	0.49101007	4.07887	4.02440	6	8.53941
032	2.24975	6.75004	1.45122	2.02967	-1.00750589	0.43894786	3.14649	3.48766	5	6.75004
033	2.44975	9.63803	1.49122	2.81263	-1.12249100	0.49101007	4.62053	4.02440	6	9.63803
034	2.44975	8.39552	1.49122	2.34350	-1.08431876	0.49101007	3.84985	4.02440	6	8.39552
035	2.44975	8.23039	1.49122	2.29855	-1.06184387	0.49101007	3.77602	4.02440	6	8.23039
036	2.24975	8.18596	1.45122	2.57633	-1.10693574	0.43894786	3.99395	3.48766	5	8.18596

Totales 85.40784 311.57294 52.27052 89.61044 -39.15952300 16.90698620 147.17873 140.49615 207 311.57294

No. de parcelas en los datos = 36 No. de parcelas con datos útiles = 36

Valor de K = 1.00000E+00

Coefficiente de Pendiente Común B = -2.31617E+00

Coefficiente de Intercepto Común A = 2.47195E+00

Etapa 2. Función para ajustar K en la ecuación de Schumacher con el estimador de pendiente común

Parcela	Suma X	Suma Y	Suma YX	Suma XY	Sum1	Sum2
001	-4.71290	-3.71178	6.53977	4.64470	0.27138945	0.98690212
002	-5.78412	-6.20187	7.74347	8.60845	1.43397939	1.05224991
003	-5.37866	-3.96878	7.57907	5.56889	0.23221762	0.34657326
004	-5.78412	-6.73252	7.74347	9.80715	2.01880765	1.05224991

005	-5.78412	-5.62902	7.74347	7.63190	1.12010443	1.05224991
006	-5.78412	-4.88996	7.74347	6.06187	0.40503764	1.05224991
007	-5.78412	-4.93997	7.74347	6.39322	0.67853367	1.05224991
008	-5.78412	-5.44700	7.74347	7.56978	1.26855850	1.05224991
009	-5.78412	-5.49333	7.74347	7.43487	1.08004737	1.05224991
010	-5.78412	-5.49805	7.74347	7.17183	0.81154907	1.05224991
011	-5.78412	-4.61428	7.74347	5.78045	0.44252643	1.05224991
012	-5.78412	-5.24598	7.74347	6.66879	0.60010892	1.05224991
013	-5.78412	-6.59751	7.74347	8.92127	1.28910947	1.05224991
014	-4.18474	-4.89596	5.16534	6.60388	1.48180401	0.78733891
015	-5.78412	-5.70601	7.74347	7.66814	1.06728125	1.05224991
016	-5.78412	-5.80132	7.74347	7.66949	0.95837402	1.05224991
017	-5.78412	-6.04603	7.74347	8.35375	1.35955834	1.05224991
018	-5.78412	-5.99851	7.74347	8.46730	1.52807450	1.05224991
019	-4.1354	-5.19698	5.83359	7.34935	1.61508715	0.96376276
020	-4.18474	-4.73285	5.16534	5.96448	1.01304555	0.78733891
021	-5.78412	-5.27153	7.74347	7.06845	0.97021013	1.05224991
022	-5.78412	-5.41198	7.74347	7.63451	1.37379980	1.05224991
023	-5.78412	-5.72847	7.74347	8.32330	1.69647038	1.05224991
024	-5.78412	-5.78038	7.74347	8.15384	1.46694589	1.05224991
025	-5.78412	-5.66944	7.74347	7.11310	0.55455124	1.05224991
026	-5.78412	-5.23761	7.74347	7.01901	0.96001321	1.05224991
027	-5.78412	-7.58230	7.74347	10.68599	1.91458941	1.05224991
028	-4.18474	-3.41881	5.16534	4.51573	0.93903047	0.78733891
029	-4.18474	-4.31174	5.16534	5.61380	1.10292637	0.78733891
030	-5.78412	-4.93828	7.74347	6.32071	0.60799181	1.05224991
031	-5.78412	-6.09596	7.74347	8.09651	1.04455006	1.05224991
032	-4.18474	-3.95730	5.16534	5.07878	0.93871593	0.78733891
033	-5.78412	-6.29047	7.74347	8.52271	1.24573505	1.05224991
034	-5.78412	-5.42644	7.74347	7.15290	0.87546420	1.05224991
035	-5.78412	-9.23470	7.74347	11.71269	1.02976871	1.05224991
036	-4.18474	-4.75062	5.16534	6.53950	1.56946909	0.78733891
Totales	-195.78484	-196.45375	260.01813	263.89108	38.96543120	35.43201830

Valor de K = 9.97237E-02

Coefficiente de Pendiente Común B = 1.09972E+00

Etapas 3. Función : $\text{LogE}(\text{Adom}) = 1 / (\text{Edad}^{**K})$

Parc	Suma X	Suma Y	Suma XX	Suma XY	Sum1	Sum2	Sum3	Sum4	N	Sum6
001	4.49219	6.62445	4.05427	5.74268	-0.20897263	0.01831808	6.36298	4.97741	5	6.62445
002	5.38835	9.13847	4.85737	7.99545	-0.21142584	0.01832241	8.86946	5.97737	6	9.13847
003	4.38835	5.57236	3.85737	4.79936	-0.09132868	0.00585151	5.46001	4.99242	5	5.57236
004	5.38835	10.20217	4.85737	8.92556	-0.23658724	0.01832241	9.90124	5.97737	6	10.20217
005	5.38835	9.29422	4.85737	8.12572	-0.22103438	0.01832241	9.01397	5.97737	6	9.29422
006	5.38835	8.11984	4.85737	7.07198	-0.22010428	0.01832241	7.84505	5.97737	6	8.11984
007	5.38835	9.14280	4.85737	7.98473	-0.22603078	0.01832241	8.85757	5.97737	6	9.14280
008	5.38835	9.60767	4.85737	8.39493	-0.23331445	0.01832241	9.31261	5.97737	6	9.60767
009	5.38835	9.63720	4.85737	8.42582	-0.22894880	0.01832241	9.34687	5.97737	6	9.63720
010	5.38835	9.85509	4.85737	8.62242	-0.22802846	0.01832241	9.56496	5.97737	6	9.85509
011	5.38835	8.43401	4.85737	7.33898	-0.23525380	0.01832241	8.14123	5.97737	6	8.43401
012	5.38835	7.97220	4.85737	6.94851	-0.21099749	0.01832241	7.70807	5.97737	6	7.97220
013	5.38835	9.44712	4.85737	8.27924	-0.20483229	0.01832241	9.18427	5.97737	6	9.44712
014	4.53663	7.79011	4.13195	6.87827	-0.18990453	0.01574554	7.55192	4.98095	5	7.79011
015	5.38835	8.99462	4.85737	7.86264	-0.21505342	0.01832241	8.72213	5.97737	6	8.99462
016	5.38835	8.15401	4.85737	7.11639	-0.20638618	0.01832241	7.89430	5.97737	6	8.15401
017	5.38835	10.17730	4.85737	8.90317	-0.23664354	0.01832241	9.87640	5.97737	6	10.17730
018	5.38835	9.60840	4.85737	8.39939	-0.22952028	0.01832241	9.31755	5.97737	6	9.60840
019	4.51747	7.72416	4.09894	6.78501	-0.19371571	0.01743653	7.47780	4.97873	5	7.72416
020	4.53663	6.62383	4.13195	5.84330	-0.16666995	0.01574554	6.41559	4.98095	5	6.62383

021	5.38835	8.82752	4.85737	7.69157	-0.23605441	0.01832241	8.53236	5.97737	6	8.82752
022	5.38835	9.92127	4.85737	8.66339	-0.24648212	0.01832241	9.61042	5.97737	6	9.92127
023	5.38835	10.34390	4.85737	9.03270	-0.25672391	0.01832241	10.02010	5.97737	6	10.34390
024	5.38835	10.38434	4.85737	9.08666	-0.23907956	0.01832241	10.07995	5.97737	6	10.38434
025	5.38835	7.70230	4.85737	6.71169	-0.20641938	0.01832241	7.44426	5.97737	6	7.70230
026	5.38835	8.69985	4.85737	7.58216	-0.23081467	0.01832241	8.41099	5.97737	6	8.69985
027	5.38835	9.70733	4.85737	8.51085	-0.20689505	0.01832241	9.44120	5.97737	6	9.70733
028	4.53663	8.41043	4.13195	7.40353	-0.22746788	0.01574554	8.12863	4.98095	5	8.41043
029	4.53663	7.19456	4.13195	6.33911	-0.18869902	0.01574554	6.95996	4.98095	5	7.19456
030	5.38835	8.52201	4.85737	7.42643	-0.22682536	0.01832241	8.23824	5.97737	6	8.52201
031	5.38835	8.53941	4.85737	7.47369	-0.19520015	0.01832241	8.29066	5.97737	6	8.53941
032	4.53663	6.75004	4.13195	5.92495	-0.19953562	0.01574554	6.50524	4.98095	5	6.75004
033	5.38835	9.63803	4.85737	8.44087	-0.21463874	0.01832241	9.36357	5.97737	6	9.63803
034	5.38835	8.39552	4.85737	7.32064	-0.21902366	0.01832241	8.12089	5.97737	6	8.39552
035	5.38835	8.23039	4.85737	7.17532	-0.21605317	0.01832241	7.95968	5.97737	6	8.23039
036	4.53663	8.18596	4.13195	7.22259	-0.20475234	0.01574554	7.92996	4.98095	5	8.18596
Totales	186.10327	311.57294	167.95140	272.44873	-7.70941830	0.63078439	301.86008	206.22321	207	311.57294

Valor de K = 9.97237E-02

Coefficiente de Pendiente Común B = -1.22220E+01

Coefficiente de Intercepto Común A = 1.25038E+01

Etapa 4. Función : imprime los coeficientes de regresión
cuando la edad estándar = 5.0 años

Indice de Sitio (m)	coeficientes de regresión basados en intercepto común pendiente común	
10.3	-11.9	12.7
9.3	-12.1	12.6
8.3	-12.2	12.5

Apéndice 8.

Boleta de Campo Utilizada Para la Toma de Datos Durante las Mediciones Posteriores a la Aplicación de los Tratamientos.

No.	DAP (cm)	h (m)	No.	DAP (cm)	h (m)	No.	DAP (cm)	h (m)	No.	DAP (cm)	h (m)
1			1			1			1		
2			2			2			2		
3			3			3			3		
4			4			4			4		
5			5			5			5		
6			6			6			6		
7			7			7			7		
8			8			8			8		
9			9			9			9		
10			10			10			10		
11			11			11			11		
12			12			12			12		
13			13			13			13		
14			14			14			14		
15			15			15			15		
16			16			16			16		
17			17			17			17		
18			18			18			18		
19			19			19			19		
20			20			20			20		
21			21			21			21		
22			22			22			22		
23			23			23			23		
24			24			24			24		
25			25			25			25		
26			26			26			26		
27			27			27			27		
28			28			28			28		
29			29			29			29		
30			30			30			30		
31			31			31			31		
32			32			32			32		
33			33			33			33		
34			34			34			34		
35			35			35			35		
36			36			36			36		

Apéndice 12. Distribución de los Tratamientos Dentro de las Parcelas y Bloques.

BLOQUE I

Parcela 9 Tratamiento 5	Parcela 4 Tratamiento 3	Parcela 3 Tratamiento 4
Parcela 8 Tratamiento 8	Parcela 5 Tratamiento 1	Parcela 2 Tratamiento 6
Parcela 7 Tratamiento 7	Parcela 6 Tratamiento 2	Parcela 1 Tratamiento 9

BLOQUE II

Parcela 9 Tratamiento 1	Parcela 4 Tratamiento 8	Parcela 3 Tratamiento 7
Parcela 8 Tratamiento 5	Parcela 5 Tratamiento 4	Parcela 2 Tratamiento 6
Parcela 7 Tratamiento 9	Parcela 6 Tratamiento 3	Parcela 1 Tratamiento 2

BLOQUE III

	Parcela 7 Tratamiento 8			
Parcela 8 Tratamiento 7	Parcela 6 Tratamiento 2	Parcela 3 Tratamiento 3	Parcela 2 Tratamiento 4	
Parcela 9 Tratamiento 5	Parcela 5 Tratamiento 9	Parcela 4 Tratamiento 1	Parcela 1 Tratamiento 6	

BLOQUE IV

Parcela 9 Tratamiento 7	Parcela 4 Tratamiento 3	Parcela 3 Tratamiento 1
Parcela 8 Tratamiento 5	Parcela 5 Tratamiento 4	Parcela 2 Tratamiento 9
Parcela 7 Tratamiento 7	Parcela 6 Tratamiento 8	Parcela 1 Tratamiento 2



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION INICIAL DEL EFECTO DE TRES INTENSIDADES DE
RALEO Y TRES DE PODA EN EL CRECIMIENTO DE UNA PLANTA-
CION DE Pinus caribaea Morelet var. hondurensis, LI-
VINGSTON, IZABAL".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARIO RENE ALFARO ARGUETA

CARNET No: 8212343

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Víctor M. Cabrera Cruz
Ing. Agr. Walter García Tello
Ing. Agr. Marco T. Aceituno
Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.

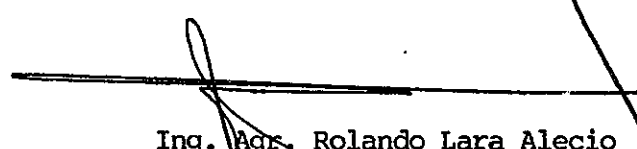
El Asesor y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha
cumplido con las normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía
de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

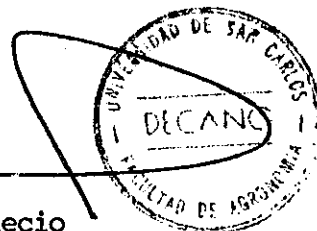

Ing. Agr. Edilia Arriola Cano Morales
A S E S O R


Ing. Agr. Fernando Rodríguez B.
DIRECTOR DEL II.



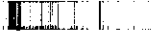
I M P R I M A S E


Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
D E C A N O



cc:Control Académico
Archivo
FR/prr.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA, C. A.
TELEFONO 476-9794 § FAX (502) 476-9770
E-mail: lla@usac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>



10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010

10/10/2010