

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**EFFECTO DE UN RALEO SOBRE EL CRECIMIENTO DE
UN BOSQUE SECUNDARIO DE ALTURA,
CORDILLERA DE TALAMANCA, COSTA RICA**

POR

✓
ARNULFO DÍAZ HERNÁNDEZ

TURRIALBA, COSTA RICA

1996

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**EFECTO DE UN RALEO SOBRE EL CRECIMIENTO DE
UN BOSQUE SECUNDARIO DE ALTURA,
CORDILLERA DE TALAMANCA, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Postgrado y Capacitación del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de:

Magister Scientiae

POR

ARNULFO DÍAZ HERNÁNDEZ

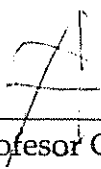
TURRIALBA, COSTA RICA

1996


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE


FIRMANTES:




Profesor Consejero José Joaquín Campos, Ph.D.



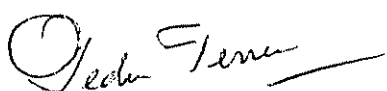
Miembro Comité Asesor Bryan Finegan, Ph.D.




Miembro Comité Asesor Marlen Camacho, MSc.



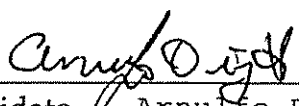
Miembro Comité Asesor Robin aus der Beek, MSc



p/ Jefe, Area de Postgrado Juan Antonio Aguirre, Ph.D.



Director, Programa de Enseñanza
Pedro Ferreira, Ph.D.



Candidato Arnulfo Díaz Hernández, Ing. For.

DEDICATORIA

A mis Padres

A mi esposa Nora

A mis Hermanos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le doy gracias a Dios, por permitirme alcanzar una de mis metas.

Mi agradecimiento al M.Sc. Thomas Stadmüller, al Dr. José J. Campos, exlíder y líder del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales con sede en CATIE, por su apoyo para obtener el financiamiento necesario para llevar a cabo los estudios de Maestría.

Al Gobierno y Pueblo Suizo, quienes a través de la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE), me otorgaron la beca recibida.

Al Gobierno de Costa Rica, en la persona del Ministro de Ambiente y Energía.

Al Ing. Agr. Federico Cordero, por su desinteresada ayuda.

Al Dr. José J. Campos A.; Profesor Consejero y a los señores (as) Dr. Bryan Finegan; M.Sc. Robin Aus der Beek y M.Sc. Marlen Camacho, miembros del Comité Asesor.

Al Ing. Fernando Conejo Retana, por su apoyo y generosa colaboración.

A los señores Alvaro Chaves y Hugo Brenes, programadores de Unidad de Manejo de Bosques Naturales (Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales), cuya ayuda, reflexiones y experiencia fueron muy valiosos para la organización y tabulación de la información.

A la señora Xinia Hernández, por su dedicación e interés en la digitación y corrección de las bases de datos.

A las señoras Lidiette Marín y Ana Grace Sánchez, por su amistad y ayuda.

A la Lic. Ana Lucrecia Guillén y M.Sc. Grace Sáenz, por su amistad, paciencia y comentarios atinados sobre los resultados obtenidos.

Al personal destacado en el Área Piloto de Villa Mills por su ayuda en el levantamiento de la información de campo y por la transmisión desinteresada de las experiencias de vida logradas a través de muchos años de convivir con los bosques de altura.

Al personal técnico y administrativo del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, por su apoyo.

Tabla de contenido

Lista de cuadros.....	vii
Lista de figuras.....	ix
Lista de Anexos	x
RESUMEN	xi
SUMMARY	xiii
I Introducción	1
II Objetivos	3
Generales:.....	3
Específicos:.....	3
III Hipótesis de trabajo.....	3
IV Revisión bibliográfica.....	4
4.1 Los bosques naturales de altura	4
4.1.1 <i>Distribución altitudinal y geográfica</i>	4
4.1.2 <i>Zonas de vida y clima</i>	5
4.1.3 <i>Hidrología</i>	7
4.1.4 <i>Suelos</i>	7
4.2 Estructura y composición de los bosques de altura del sector noroccidental de la Cordillera de Talamanca.....	8
4.2.1 <i>Bosque Primario</i>	8
4.2.2 <i>Bosque Secundario (generalidades)</i>	11
4.3 Crecimiento y rendimiento en los bosques secundarios tropicales.....	18
4.3.1 <i>Crecimiento</i>	18
4.3.2 <i>Mortalidad y reclutamiento</i>	21
4.3.3 <i>VARIABLES MÍNIMAS QUE DEBE CONTEMPLARSE EN EL ANÁLISIS SILVICULTURAL DE UN BOSQUE</i>	22
V Materiales y métodos.....	24
5.1 Descripción del área de estudio	24
5.1.1 <i>Localización geográfica y administrativa</i>	24
5.1.2 <i>Zona de vida y clima</i>	24
5.1.3 <i>Topografía</i>	26
5.1.4 <i>Suelo</i>	26
5.1.5 <i>Uso del suelo antes del abandono</i>	26

5.2	Diseño experimental y variables medidas	27
5.3	Limitantes para el análisis del crecimiento	29
5.4	Procedimientos analíticos	31
5.4.1	<i>Análisis de la información</i>	31
5.4.2	<i>Características del bosque secundario</i>	32
5.4.2.1	Composición florística e índice de valor de importancia	32
5.4.2.2	Mortalidad y reclutamiento	33
5.4.3	<i>Análisis por especie</i>	34
VI	Resultados y discusión	35
6.1	Población objeto de análisis	35
6.2	Estado inicial del bosque secundario	35
6.3	Descripción del bosque secundario de Villa Mills	36
6.3.1	<i>Cobertura de las parcelas de estudio</i>	36
6.3.2	<i>Composición florística e índice de valor de importancia</i>	37
6.3.3	<i>Efecto del raleo sobre la estructura horizontal del bosque secundario</i>	40
6.4	Efecto del raleo sobre las variables silviculturales	42
6.4.1	<i>Iluminación de copa</i>	42
6.4.2	<i>Forma de copa</i>	45
6.4.3	<i>Forma de fuste</i>	47
6.4.4	<i>Altura de la bifurcación</i>	50
6.4.5	<i>Daños por animales</i>	53
6.5	Efecto del raleo sobre el crecimiento del bosque	57
6.6	Clasificación de las especies según su tasa de crecimiento	61
6.7	Mortalidad y reclutamiento	69
6.8	Conclusiones y recomendaciones	72
6.8.1	<i>Conclusiones</i>	72
6.8.2	<i>Recomendaciones</i>	74
VII	Bibliografía	76
ANEXOS	82

Lista de cuadros

Cuadro 1. Especies indicadoras más importantes y su relación con el tipo de suelo para la denominación del tipo de bosque.....	10
Cuadro 2. Estructura y composición del bosque secundario según Pedroni (1990a).....	16
Cuadro 3. Datos comparativos de la estructura de los bosques secundarios estudiados por Pedroni (1990a) y Kappelle et al (1995).....	17
Cuadro 4. Distribución aproximada del tipo de suelo presente en cada bloque.....	28
Cuadro 5. Distribución de las mediciones en el tiempo.....	29
Cuadro 6. Tiempo (años) transcurrido entre mediciones por bloque.....	30
Cuadro 7. Resumen del N/ha y G (m ² /ha) por medición según tratamiento. dap ≥10 cm.....	36
Cuadro 8. Distribución del tipo de cobertura en las parcelas de bosque secundario. Villa Mills, 1996.....	37
Cuadro 9. Número de especies presentes y nuevas entre mediciones por tratamiento. (dap ≥10 cm).....	38
Cuadro 10. Índice de valor de importancia, en porcentaje, para las especies del bosque testigo, por medición. (dap ≥ 10 cm).....	39
Cuadro 11. Índice de valor de importancia, en porcentaje, para las especies del bosque tratado, por medición (dap ≥10 cm).....	39
Cuadro 12. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de iluminación de copa para el total del bosque testigo (dap ≥10 cm).....	43
Cuadro 13. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de iluminación de copa para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap ≥10 cm).....	44
Cuadro 14. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea por clase de iluminación de copa para el total del bosque tratado (dap ≥ 10 cm).....	44
Cuadro 15. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de iluminación de copa para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap ≥10 cm).....	45
Cuadro 16. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según forma de copa para el total del bosque testigo. (dap ≥ 10 cm).....	46
Cuadro 17. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de copa, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap ≥ 10 cm).....	46
Cuadro 18. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de copa para el total del bosque tratado (dap ≥10 cm).....	47
Cuadro 19. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de copa, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap ≥ 10 cm).....	47

Cuadro 20. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de fuste, para el total del bosque testigo (dap \geq 10 cm).....	48
Cuadro 21. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap \geq 10 cm).....	49
Cuadro 22. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de fuste, para el total del bosque tratado (dap \geq 10 cm).....	49
Cuadro 23. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap \geq 10 cm).....	50
Cuadro 24. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para el total del bosque testigo (dap \geq 10 cm).....	51
Cuadro 25. Distribución del número de árboles por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap \geq 10 cm).....	51
Cuadro 26. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para el total del bosque tratado (dap \geq 10 cm).....	52
Cuadro 27. Distribución del número de árboles por hectárea según altura bifurcación de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap \geq 10 cm).....	52
Cuadro 28. Distribución del número de árboles por hectárea según nivel de daño y posición del daño en el fuste. Bosque testigo. (dap \geq 10 cm).....	55
Cuadro 29. Distribución del número de árboles evaluados según nivel de daño y posición del daño en el fuste. Bosque tratado. (dap \geq 10 cm).....	55
Cuadro 30. Distribución del número de árboles por hectárea según posición del daño, para las especies de <i>Quercus</i> del bosque testigo y tratado (dap \geq 10 cm).....	56
Cuadro 31. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en diámetro por árbol (mm/año) por periodo.....	58
Cuadro 32. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en área basal por árbol(cm ² /año) por periodo.....	58
Cuadro 33. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en diámetro (mm/año) y en área basal (cm ² /año) por árbol, para el período entre la primera medición y 1996.....	59
Cuadro 34. Estadísticas descriptivas de los grupos formados según las variables de clasificación.....	63
Cuadro 35. Número de especies del bosque testigo que permanecen o pasan a otro grupo de crecimiento.....	64
Cuadro 36. Número de especies comerciales del bosque testigo que permanecen o pasan a otro grupo de crecimiento.....	64

Cuadro 37. Valores del incremento mediano en diámetro, cuartil 1 y cuartil 3, de las especies clasificadas por velocidad de crecimiento, según tratamiento y forma adulta.....	67
Cuadro 38. Tasas de mortalidad y reclutamiento por bloque para el bosque testigo y tratado (dap \geq 10 cm).....	69
Cuadro 39. Distribución diamétrica del número de árboles muertos en el periodo para el bosque testigo (dap \geq 10 cm).....	70

Lista de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de los bosques de altura en Costa Rica y ubicación del área de estudio (en círculo). Línea cortada: representación esquemática del sistema montañoso. Punteado : Sitios por encima de los 2000 msnm. Tomado de Blaser (1990).....	6
Figura 2. Localización del Área piloto de Villa Mills y zona de estudio. Hoja cartográfica CUERICI no. 3444-I (IGN). Escala:1:50000	25
Figura 3. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) y área basal (m ² /ha) por tratamiento, para la primera medición del bosque secundario de Villa Mills.....	41
Figura 4. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) y área basal (m ² /ha) por tratamiento, para la tercera medición del bosque secundario de Villa Mills.....	42
Figura 5. Modelos de regresión lineal. a) Bosque testigo b) Bosque tratado.....	57
Figura 6. Clasificación de las especies del bosque secundario de Villa Mills, según su velocidad de crecimiento.....	68

Lista de Anexos

- Anexo 1. Mapas de cobertura vegetal y forma de las parcelas de medición.
- Anexo 2. Procedimiento para la evaluación de las variables silviculturales.
- Anexo 3. Lista de las especies presentes en el bosque secundario de Villa Mills, su valor comercial y forma adulta.
- Anexo 4. Resultados de los análisis de varianza.
- Anexo 5. Índice de valor de importancia por especie, tratamiento y medición.
- Anexo 6. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea, por tratamiento y medición.
- Anexo 7. Resultados del análisis de conglomerados y su validación.
- Anexo 8. Reclutamiento por especie y diámetro mínimo de ingreso por tratamiento y medición.

RESUMEN

Efecto del raleo sobre el crecimiento de un bosque secundario de altura, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.

El presente estudio, se llevó a cabo en el bosque secundario de altura del Área Piloto de Villa Mills., localizada en el sector noroccidental de la Cordillera de Talamanca, a una altura de 2700 msnm. Este bosque tiene una edad aproximada de 30 años.

Para el presente estudio, se planteó la siguiente hipótesis de trabajo :

La aplicación de un tratamiento silvicultural (raleo) mejora las condiciones de crecimiento y reduce la mortalidad de los árboles de un bosque secundario de altura.

Los objetivos planteados fueron los siguientes:

General

Contribuir al conocimiento sobre el efecto de un raleo, como tratamiento silvicultural, en la estructura, composición y dinámica de los bosques secundarios de altura.

Específicos

Conocer los efectos de la aplicación de un raleo como tratamiento silvicultural sobre la mortalidad, reclutamiento y la tasa de crecimiento del bosque.

Determinar el crecimiento en diámetro y en área basal del bosque secundario de altura bajo dos tipos de intervención.

Evaluar el potencial de producción de estos bosques, con miras al manejo forestal sostenible.

Evaluar otras variables que ayuden a comprender la dinámica de crecimiento de este tipo de bosques.

La información, necesaria para alcanzar los objetivos, se obtuvo del análisis de los datos recopilados durante cuatro años de medición del ensayo establecido desde 1991 por parte del Proyecto Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales del CATIE, y de la medición efectuada en 1996; a partir de la cual, se incorporaron nuevas variables no incluidas originalmente. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos tratamientos : Testigo: sin intervención y Tratado (Aplicación de un raleo).

Las variables evaluadas fueron: diámetro a la altura del pecho ($dap \geq 10$ cm), iluminación y forma de copa (según Dawkins 1957), forma de fuste (según Hutchinson 1987), altura de la bifurcación, posición y porcentaje de daño causado por animales a la corteza de los árboles. De cada árbol se anotó su número de identificación y especie. Para los árboles muertos se utilizó el código (-9) y se midieron los ingresos cuando alcanzaron el diámetro mínimo de medición.

A través del análisis de varianza para los incrementos en diámetro (mm/año) y en área basal ($m^2/año$), se determinó que el bosque testigo crece a un menor ritmo que el bosque tratado. Haciendo uso del análisis de conglomerados y utilizando como variables clasificatorias: el cuartil 1, la mediana, y el cuartil 3 del incremento corriente anual en diámetro de todo el periodo de medición, se logró separar a las especies del bosque secundario en tres grupos de velocidad de crecimiento: **lento, moderado y rápido**. La tasa de crecimiento promedio del bosque testigo fue de 6.2 mm/año en diámetro y de 15.0 $cm^2/año$ en área basal y para el bosque tratado fue de 8.5 mm/año y 20.6 $cm^2/año$, respectivamente, siendo significativamente diferentes ($\alpha = 0.05$).

La tasa de mortalidad anual máxima, encontrada para el bosque testigo, fue de 1.1% y de 0.5% para el bosque tratado. La tasa de reclutamiento fue de 42 árboles ha^{-1} año $^{-1}$ para el bosque testigo, y de 49 árboles por ha^{-1} año $^{-1}$ para el bosque tratado.

La evaluación de las variables silviculturales incorporadas, permitió determinar que las condiciones de crecimiento de los árboles en el bosque, fueron mejoradas por el tratamiento. Asimismo, mejoró la calidad y potencial de producción del bosque secundario, encontrándose que en el bosque testigo la calidad de los fustes y la proporción de árboles capaces de producir al menos una troza de 4 metros de largo es menor que en el bosque tratado.

A través de un análisis de regresión, se determinó que existe una tendencia lineal entre la tasa de crecimiento y el porcentaje de daño por descortezamiento causado por los animales. De acuerdo con los modelos ajustados, el efecto del porcentaje de daño sobre el incremento es mayor en el bosque testigo que en el tratado, produciéndose una mayor reducción del incremento al aumentar la clase de porcentaje de daño.

En conclusión, el tratamiento aplicado favoreció el reclutamiento, redujo la mortalidad, aumentó la velocidad de crecimiento y mejoró el potencial de producción del bosque sometido a un raleo, en comparación con el mismo bosque sin tratar.

Palabras claves: Bosque secundario, crecimiento, roble, *Quercus copeyensis*, *Quercus costaricensis*, encino, bosque de altura, Costa Rica, Bosque Pluvial Montano, incremento en diámetro, incremento en área basal, plagas forestales, roedores, análisis de varianza, análisis de conglomerados, iluminación de copa, forma de copa, forma de fuste, altura de bifurcación.

Summary

Effect of thinning on growth of a highland secondary forest, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.

This study was carried out in the highland secondary forest of the Pilot Area Villa Mills, located in the North-West sector of the Cordillera de Talamanca, at 2700 masl. This forest is approximately 30 years old.

The following hypothesis was stated for the present research work:

The application of a silvicultural treatment (thinning) improves growing conditions and decreases mortality rate in the trees of a highland secondary forest.

The objectives stated for this work are:

General

- To improve knowledge on the effect of thinning, as a silvicultural treatment, in the structure, composition and dynamics of a highland secondary forest.

Specific

- To determine the effect of the application of thinning as a silvicultural treatment on mortality, recruitment and growth rate of the forest studied.
- To determine diameter and basal area of the highland secondary forest studied under two types of management.
- To evaluate production potential of these forests, towards a sustainable forest management.
- To evaluate other variables that may help to understand growing dynamics of this kind of forests.

The information required to meet the objectives stated was obtained through the analysis of the data gathered over four years of measurements in the trial established since 1991 by the CATIE Project Silviculture and Management of Natural Forests, and the measurements carried out in 1996; from which new variables, not originally included, were incorporated. A completely randomized

design with two treatments was used: Control: without management and managed (application of a thinning).

The variables evaluated were: diameter up to chest height ($d_{ap} \geq 10\text{cm}$), irradiance and crown shape (according to Dawkins 1957), bole shape (according to Hutchinson 1987), branching height, position and percentage of damage caused by animals to trees' bark. Identification number and species was registered for each tree. For the dead trees the code (-9) was used and incomes were evaluated when they reached the minimum diameter for measurement.

Through a variance analysis for increments in diameter (mm/yr) and in basal area (m^2/yr), it was determined that the control forest grew at a slower rate than the managed forest. Using a conglomerate analysis and using: quartile 1, median and quartile 3 of the current annual increment in diameter during the measurement period, as classifying variables, it was possible to group the species of the secondary forest in three growing speed categories: **slow, moderate and fast**. Average growing rate of the control forest was 6.2 mm/year for diameter and 15.0 cm^2/yr for basal area, and 8.5, mm/yr and 20.6 cm^2/yr for the managed forest, respectively, showing a significant difference ($\alpha = 0.05$).

Maximum annual rate of mortality for the control forest was 1.1% and 0.5% for the managed forest. Recruitment rate was 42 trees/ $\text{ha}^{-1}/\text{year}^{-1}$ for the control and 49 trees/ $\text{ha}^{-1}/\text{year}^{-1}$ for the managed forest.

The evaluation of the silvicultural variables incorporated showed that growing conditions of the trees in the forest were improved through the application of the treatment. Quality and production potential of the secondary forest was also improved, demonstrating that in the control forest quality of the boles and proportion of trees able to produce at least one 4-meter long log is lower than in the managed forest.

A regression analysis determined that there is a linear tendency between growth rate and the percentage of damage due to bark slip caused by animals. According to the adjusted model, the effect of the percentage of damage on the increment is higher in the control forest than in the managed forest, causing a greater reduction in the increment as the percentage of damage increases.

The treatment applied favors recruitment, decreased mortality rate, increased growing speed and improved the potential of production of the forest under thinning, in comparison with the control.

Key words: secondary forest, growth, oak, *Quercus copeyensis*, *Quercus costaricensis*, highland forest, Costa Rica, Montane Rain Forest, diameter increment, increment in the basal area, forest pests, rodents, variance analysis, conglomerate analysis, crown light, crown shape, bole shape, branching height.

I Introducción

Los bosques de altura de Costa Rica, más conocidos como robledales, por la alta dominancia de árboles del género *Quercus* (Blaser 1990; Blaser y Camacho 1991; Orozco 1991a), han sido explotados tradicionalmente, para extraer productos de muy bajo valor agregado, como lo son la leña, los postes para cerca y el carbón. Adicionalmente, estos bosques se han explotado para la obtención de carne, y otros alimentos como palmito, así como para la extracción de bejucos, orquídeas y musgos con fines ornamentales.

La intensidad de la explotación en los robledales se intensificó con la apertura de la carretera Interamericana Sur, en la década de los años cuarenta. Esto facilitó, que tanto los pobladores como algunas compañías extranjeras, pudieran ingresar a explotar estos bosques, con la finalidad de producir duelas para barriles y otros productos ya mencionados, favoreciéndose así el cambio de uso hacia la agricultura y ganadería.

A partir de 1964, con la creación de la Reserva Forestal Río Macho, y posteriormente con la creación de la Reserva Forestal Los Santos, en 1975, la presión sobre estos bosques tendió reducirse. Sin embargo, actualmente con la disminución de la cobertura boscosa nacional, nuevamente la presión crece.

Los lineamientos de manejo que se aplican en el Costa Rica, están basados en la estructura y composición de los bosques de zonas bajas como los de la Zona Norte y el Atlántico, no ajustándose a la estructura y composición de los bosques de altura. Esto hace una necesidad, el estudio de los bosques de las tierras altas, para definir estrategias que permitan darles un manejo adecuado y favorecer la recuperación de las áreas degradadas hacia bosques de producción.

Bajo estas circunstancias, y considerando la poca experiencia sobre el manejo y el lento crecimiento que tienen los bosques primarios de roble, se considera que existe un peligro latente, de que el desgaste del recurso, y la presión social por productos forestales, nos tome desprevenidos y sin criterios técnico apropiados sobre la mejor manera de manejarlos. Esto haría irreversible su regeneración y favorecería el deterioro de la capacidad de mantener los bienes y servicios que prestan a las comunidades aledañas y poblaciones más alejadas. Entre los perjuicios que el mal uso de estos bosques traería al país, dado que están ubicados en la parte alta de varias cuencas importantes, se pueden citar: erosión de los suelos, contaminación de aguas, deslizamientos, sedimentación de los embalses El Llano y Cachí que abastecen a las plantas hidroeléctricas Río Macho y Cachí respectivamente, y al acueducto Orosí que abastece de agua potable al Área Metropolitana de San José (Solórzano y Guerrero 1987).

Ante esta situación el Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales (SBN), con sede en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de un convenio establecido entre CATIE, la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE) y el Estado de Costa Rica, representado por el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), lleva a cabo investigaciones con miras a establecer los criterios técnicos más apropiados para el manejo del bosque de altura.

La falta de lineamientos técnicos definidos y claros, ha provocado que el Estado se encuentre imposibilitado de controlar adecuadamente la forma en que estos bosques son explotados, surgiendo la necesidad de establecer lineamientos técnicos y legales, que permitan al Estado y a los propietarios de los bosques de altura, un manejo de los mismos, bajo principios de sostenibilidad, que garanticen su permanencia y la producción permanente de los bienes y servicios ambientales que prestan a toda la sociedad, como lo son la producción de agua, generación de energía hidroeléctrica, protección de cuencas hidrográficas frágiles, fijación de CO₂, recreación, hábitat para animales en vías de extinción, ecoturismo y conservación de la biodiversidad.

Como consecuencia de la influencia humana en los bosques de altura, muchas áreas cubiertas por bosques naturales han sido deforestadas para su utilización como tierras de cultivo, pastoreo y asentamiento humano. Sin embargo, con el paso de los años algunas de estas tierras han sido abandonadas y nuevamente se han cubierto de vegetación con diferentes grados de desarrollo. Esto ha dado lugar a la formación de bosques secundarios que también juegan un papel muy importante para la humanidad, pues permiten el restablecimiento de los bienes y servicios ambientales de los bosques (Pedroni 1990a y Kappelle et al 1995). Además de que sirven como áreas de amortiguamiento para las áreas protegidas (Sips 1993).

A nivel nacional, este tipo de formación boscosa, ha sido poco estudiada por lo que se considera muy importante la realización de investigaciones que permitan conocer cuál es su composición florística, estructura y crecimiento con el fin de orientar pautas para su fomento, manejo y conservación. El presente estudio, permitirá llenar parte de ese vacío existente con miras a un manejo sostenible de los bosques de altura.

Fundamentados en lo anterior el presente estudio se propone contestar las siguientes interrogantes:

¿Cuál es la tasa de crecimiento de este bosque secundario?

¿Como afecta la aplicación de un raleo como tratamiento silvicultural, al crecimiento de este bosque secundario?

II Objetivos

Generales:

Contribuir al conocimiento sobre el efecto de un raleo, como tratamiento silvicultural, en la estructura, composición y dinámica de los bosques secundarios de altura.

Específicos:

Conocer los efectos de la aplicación de un raleo como tratamiento silvicultural sobre la mortalidad, el reclutamiento y la tasa de crecimiento del bosque.

Determinar la tasa de crecimiento en diámetro y en área basal del bosque secundario de altura bajo dos tipos de intervención.

Evaluar el potencial de producción de estos bosques, con miras al manejo forestal sostenible.

Evaluar otras variables que ayuden a comprender la dinámica de crecimiento de este tipo de bosques.

III Hipótesis de trabajo.

La aplicación de un tratamiento silvicultural (raleo) mejora las condiciones de crecimiento y reduce la mortalidad de los árboles de un bosque secundario de altura.

IV Revisión bibliográfica

4.1 Los bosques naturales de altura

En Costa Rica, los bosques húmedos montanos tropicales cubrían en 1984, entre 250 000 y 300 000 ha., lo cual correspondía a cerca del 20% de la superficie forestal existente en ese año (Junkov 1984 citado por Blaser y Camacho 1991).

Debido a su posición estratégica, los bosques de altura se convierten en un elemento muy importante para el soporte de la vida, ya que se localizan por encima de los 1800 msnm, en la parte alta de la Cordillera de Talamanca, dentro de varias cuencas hidrográficas fundamentales en la producción hidroeléctrica y de agua potable que abastecen un alto porcentaje de las necesidades del país (Solórzano y Guerrero 1987).

Localmente, los bosques de altura, han sido el medio de vida de muchos pobladores, que han aprovechado sus recursos para satisfacer las necesidades básicas de sus familias, a través de la extracción de productos del bosque tales como leña, postes y carbón de los árboles, musgos, orquídeas, bromelias y carne por medio de la cacería, lo cual, generalmente a conlleva al cambio de uso de la tierra o a la degradación de los bosques (Siles 1980).

Recientemente, con el auge del ecoturismo, se ha desarrollado una incipiente industria hotelera, con albergues de montaña que ofrecen recorridos por el bosque, alojamiento y alimentación a costos relativamente bajos (observaciones personales).

4.1.1 Distribución altitudinal y geográfica

Los bosques de altura, denominados comúnmente robledales, debido a la dominancia de especies del género *Quercus spp.*, están localizados entre los 1800 a 3200 msnm, principalmente en la Cordillera de Talamanca (Blaser y Camacho 1991). Sin embargo, especies del género *Quercus*, se distribuyen desde los 50 msnm, p.e. *Q. oleoides*, predominando a partir de los 1800 msnm, las especies *Q. copeyensis* y *Q. costaricensis* (Jiménez et al, 1988) (Figura 1). Estas formaciones boscosas, ocupan terrenos con fuertes pendientes, donde las precipitaciones y la susceptibilidad de los suelos a la erosión son altos (Jiménez et al 1988; Orozco 1991a).

4.1.2 Zonas de vida y clima

Bajo el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el género *Quercus*, se encuentra en las zonas de vida bosque húmedo, muy húmedo y pluvial premontano; el bosque húmedo, muy húmedo y pluvial Montano Bajo y en el bosque muy húmedo y pluvial Montano, con la excepción de *Quercus oleoides*, que crece a altitudes inferiores a los 600 msnm, en la provincia de Guanacaste (Jiménez y Chaverri 1982).

La temperatura media anual oscila entre 12,3 °C (2380 msnm) y 7,3 °C (3365 msnm). Las variaciones de temperatura entre el mes más cálido (abril), y el mes más frío (enero), llegan a 1,4 °C a los 3385 msnm, y a 1,8 °C a los 3000 msnm. Las variaciones medias diarias son del orden de los 6,9 °C en un caso, y de 5,7 °C en el otro. Las temperaturas, son más altas en la época de lluvias que en los meses restantes, debido a lo bajo de las nubes (Blaser y Camacho 1991), lo que probablemente favorece la formación de un efecto de invernadero.

Las temperaturas máximas absolutas mensuales, llegan a los 15 ó 16 °C a los 3365 msnm de altitud, mientras que las mínimas llegan a 0 °C, o aún por debajo. Temperaturas inferiores a 0 °C (medidas a 2 m sobre el suelo), ocurren solo en épocas de pocas lluvias. En este caso, se trata exclusivamente de heladas que se presentan por horas al amanecer, resultantes de una fuerte radiación nocturna con cielo claro (Blaser y Camacho 1991). Estos valores de temperatura, corresponden a los bosques que se ubican en el sector noroccidental de la Cordillera de Talamanca.

Las precipitaciones anuales, ascienden a unos 2500 mm (Villa Mills). De esta cantidad, aproximadamente un 90% cae como lluvia de convección entre los meses de mayo y noviembre. Con excepción del "veranillo" (julio - agosto), los valores de precipitación mínima absoluta mensual, de la época de lluvias, se encuentran sobre los 120 mm (mayo). Los meses más lluviosos son setiembre y octubre, con máximas absolutas mensuales hasta por encima de 1000 mm (Blaser y Camacho 1991).

La radiación global media mensual (que es uno de los factores que condiciona el crecimiento de la vegetación) asciende en promedio a 1552 J/cm²/año. En la época seca, el promedio es de 1815 J/cm², el cual es un valor mayor que el registrado en la época de lluvias, con un valor de 1365 J/cm² (Cerro de la Muerte). Blaser (1990), estima que estos datos podrían ser igualmente válidos para los bosques de robles ya que la estación del Cerro de la Muerte se ubica en el ámbito de influencia de la niebla.

Igual presunción se hace con respecto a la duración del brillo solar, el cual en el mes más soleado (febrero) es de 7.5 horas en promedio, mientras que en el mes menos soleado (setiembre) llega a 3 horas en promedio (Blaser 1990).

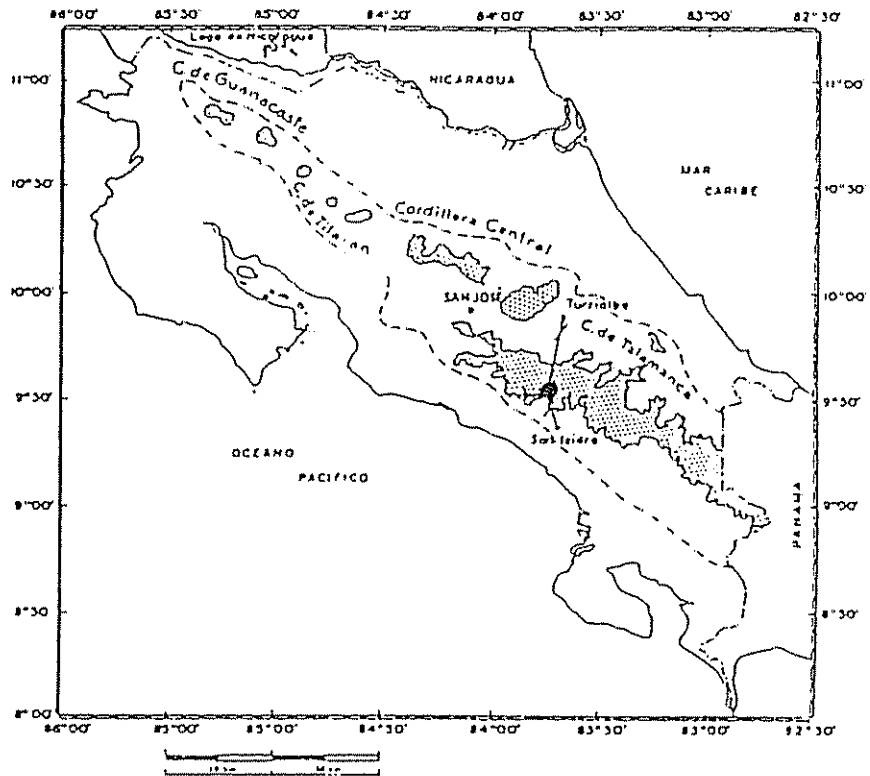


Figura 1. Mapa de ubicación de los bosques de altura en Costa Rica y ubicación del área de estudio (en círculo). Línea cortada: representación esquemática del sistema montañoso. Punteado : Sitios por encima de los 2000 msnm. Tomado de Blaser (1990).

4.1.3 Hidrología.

Por ubicarse en las partes altas de la Cordillera de Talamanca, dentro de las reservas forestales Río Macho y Los Santos, los bosques de altura, protegen varias cuencas hidrográficas de mucha importancia económica para el país.

Estas cuencas son: la del río Cuericí, que a su vez es parte de la cuenca del río Grande de Orosí y que junto con el río Macho abastecen de agua a los proyectos hidroeléctricos Río Macho y Cachí y al acueducto Orosí que provee de agua potable a la población del Área Metropolitana, que para el año 2003 se estima en unos 870000 habitantes (Solórzano y Guerrero 1987). El potencial hidroeléctrico instalado, hasta 1978, era de 154 Mw. y se habían identificado seis proyectos más, para totalizar un potencial de 1160 Mw. y una energía anual de 6200 Gwh, equivalente a un 13% y 27% del potencial del país respectivamente (Rodríguez, M. et al 1978).

Por el lado de la R. F. Los Santos, se encuentran la cuenca del río Savegre y la del río Parrita, en donde se han llevado a cabo estudios y proyectos para el establecimiento de plantas hidroeléctricas por parte del Instituto Costarricense de Electricidad.

4.1.4 Suelos

Según CATIE (1983), citado por Blaser y Camacho (1991), en las zonas entre 1500 y 2400 msnm, del sector noroccidental de la Cordillera de Talamanca, dominan las tierras marrones (Humitropepts), provenientes de sedimentos y las tierras marrones ácidas (Dystropepts), asociadas con Dystrandpepts, que están formados de cenizas volcánicas. Entre los 2500 y 3000 msnm, el tipo de suelo más ampliamente distribuido es el Placandept, el cual se origina de material volcánico y se caracteriza por una delgada deposición de hierro debajo del horizonte A. Con este tipo de suelo se asocia el suelo tipo Dystrandept. Por encima de los 3000 msnm dominan suelos incipientes (Tropofillist) junto con el Placandept y el Tropofibrist. El tipo de suelo determina la estructura y composición del bosque que sobre él se desarrolla (Blaser 1990).

4.2 Estructura y composición de los bosques de altura del sector noroccidental de la Cordillera de Talamanca.

4.2.1 Bosque Primario

Una amplia descripción de la estructura y composición de los bosques de roble se puede encontrar Blaser (1990), Blaser y Camacho (1991) y Orozco (1991b).

Orozco (1991b), al estudiar seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, encontró 97 especies a partir de 10 cm de diámetro, las cuales se distribuyen en un total de 44 familias y 65 géneros. La familia más ampliamente representada es la Lauraceae, con 14 especies y los géneros con mayor números de especies son *Ocotea* de la familia Lauraceae y *Miconia* de la familia Melastomataceae con cinco especies cada uno. Para determinar la importancia ecológica de las especies, calculó el "índice de valor de importancia" (IVI), propuesto por Curtis y McIntosh en 1950, el cual consiste en la suma de la abundancia relativa más la frecuencia relativa más la dominancia relativa para cada especie presente en el bosque estudiado. Con este índice es posible comparar el "peso ecológico" de cada especie, dentro del tipo de bosque correspondiente (Lamprecht 1990).

Las especies más importantes encontradas en estos bosques de acuerdo con su índice de valor de importancia son: *Quercus copeyensis*, *Quercus seemanii*, *Quercus costaricensis*, *Styrax argenteus*, *Magnolia sororum*, *Ocotea insularis*, *Tovomita sp.*, *Nectandra sinuata*, *Vaccinium consanguineum*, *Cleyera thaeoides*, *Ocotea austinii*, *Ocotea pittieri*, *Weinmannia karsteniana*, *Cyathea gracilis* (helecho arborescente), *Miconia sp.* *Weinmannia trianaea*, *Ilex pallida*, *Grammadenia myricoides*, *Drimys granadensis*, *Clethra molinae* (Orozco 1991b). Otras especies presentes pero con un IVI muy bajo (menores de 10) son: *Cecropia polyphlebia*, *Schefflera pittieri*, *Oreopanax capitatum*, *Podocarpus macrostachyus*, *Dendropanax querceti*, *Brunellia costaricensis*, *Prunus comifolia* (Orozco 1991b).

De acuerdo con Blaser (1990), las curvas de distribución del número de individuos por clases diamétricas, en escala semilogarítmica, muestran una disminución constante del número de árboles hasta 50 cm de diámetro, para luego estancarse en la categoría de 50 a 100 cm. Desde los 100 cm tiene lugar una disminución nueva aunque irregular del número de árboles, la cual se debe a la presencia de robles excepcionalmente gruesos (diámetro hasta por encima de 160 cm).

Blaser (1990), basado en el tipo de suelo del área objeto de análisis, estableció dos tipos de bosque:

Bosque Mixto de Encino (BME). Se localiza sobre suelos de tipo Placandep, asignándose este nombre debido a la presencia de *Q. costaricensis* y para indicar la mayor diversidad

de la vegetación a pequeña escala con respecto al bosque sobre suelo de tipo Dystrandep, que se denominó:

Bosque de Roble Blanco (BRB). Denominado así, por el *Q. copeyensis*, que está representado en todas las parcelas estudiadas.

El tipo de suelo, incide directamente sobre la composición florística del bosque que sobre él se desarrolla. Así Blaser (1990) y Blaser y Camacho (1991), definen los tipos de bosque con base en la cartografía de suelos y de los valores de frecuencia de las especies con diámetro mayor o igual a 5 cm. Estas especies, denominadas especies indicadoras, son a su vez divididas en tres grupos de especies que permiten diferenciar entre los dos tipos de bosque identificados. Así se tienen:

Especies diferenciales: Con una alta significancia para los dos tipos de suelo ($p < 0.001$) y una frecuencia muy elevada (98 a 100%).

Especies características: Las especies arbóreas con alta significancia ($p < 0.001$) para un sitio edáfico y al mismo tiempo, con una alta frecuencia.

Especies constantes: Especies que son frecuentes en ambos tipos de bosque, esto es, que pertenecen a la clase de frecuencia de 80 -100%.

En el Cuadro 1 , se presenta la relación del tipo de suelo con las especies indicadoras.

El número de especies presentes en cada uno de estos bosques, estudiados sobre un área de 4 ha, con diámetro mayor o igual a 5 cm totaliza 35 especies para BME y 37 para le BRB; al aumentar el diámetro mínimo a 25 y 40 cm, el número llega a 16 y 12 especies respectivamente (Blaser 1990).

En el BRB, se reconoce la biestratificación de la población de bambúes (*Chusquea* spp.) y de árboles. Esta última se divide además en dos niveles bien claros: un estrato medio, con alturas hasta 30 a 35 m, y un estrato arbóreo superior, formado exclusivamente por *Quercus copeyensis* con alturas entre 45 y 56 m (Blaser 1990).

Los estratos no son tan evidentes en el BME. Los bambúes (*Chusquea* spp.) apenas se destacan visualmente en la proyección vertical, por los numerosos individuos de árboles pequeños y arbustos. Sin embargo, en la proyección horizontal, puede reconocerse la presencia regular y abundante de *Chusquea*. En el estrato arbóreo, se insinúa un límite entre un estrato inferior de alta densidad de 10 a 15 m de altura y un estrato superior que llega hasta los 35 a 40 m de altura, formado por encino y roble blanco. Estos últimos ocurren, además, en forma aislada e irregular como árboles emergentes con alturas hasta por encima de 50 m (Blaser 1990).

Cuadro 1. Especies indicadoras más importantes y su relación con el tipo de suelo para la denominación del tipo de bosque.

UNIDAD DE SUELO	PLACANDEPT	DYSTRANDEPT
Especies diferenciales	Chusquea talamancensis	Chusquea tomentosa
Especies características	Quercus costaricensis Grammadenia myricoides Prunus cornifolia Vaccinium consanguineum	Ardisia glandulosa-marginata
Especies constantes	(93%) Quercus copeyensis (94%) Ocotea/Nectandra sp. (94%) Styrax argenteus (99%) Ilex discolor/I. pallida (89%) Weinmannia pinnata/W. trianaea	(100%) (96%) (89%) (83%) (82%)
Denominación del tipo de bosque	Bosque mixto de encino (BME)	Bosque de roble blanco (BRB)

(%) Valores de frecuencia de las especies constantes en el respectivo tipo de bosque

Fuente: Blaser y Camacho (1991).

En el BRB se alcanzan las mayores alturas, lo cual se debe no solo a la mayor proporción de robles blancos emergentes, sino también a que prácticamente todas las especies de este bosque alcanzan alturas totales mayores que en el BME. De tomar la altura total como una medida de la productividad del bosque, puede considerarse que el BRB, que crece sobre sitios más productivos (Blaser y Camacho 1991).

Lo anterior puede interpretarse como que el suelo tipo Dystrandept, presenta mejores condiciones para el desarrollo del bosque, lo que favorece la productividad del mismo y que por el contrario el suelo tipo Placandept no es tan favorable para BME, lo cual se manifiesta adicionalmente con una menor área basal y volumen por hectárea respecto al BRB (Blaser 1990).

4.2.2 Bosque Secundario (generalidades).

Los bosques secundarios, se definen como la vegetación leñosa que se desarrollan en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana. También la naturaleza puede jugar un papel importante en la iniciación de este proceso, pues cualquier fenómeno natural que destruya un bosque inicia una sucesión secundaria (Finegan 1992; Brown y Lugo 1990), siempre y cuando permanezca un sustrato (suelo desarrollado) que contenga una fuente de semillas vivas que permitan la iniciación de la sucesión inmediatamente después de ocurrido el fenómeno natural o abandono del terreno por el hombre (Finegan 1995).

Brown y Lugo (1990), indican que los bosques secundarios en los trópicos contabilizan cerca del 40% del total del área forestal y su tasa de formación es de alrededor de 9 millones de hectáreas por año.

Comparado con el bosque maduro, la estructura de la vegetación del bosque secundario es simple; aunque la edad, el clima y el tipo de suelo son factores modificadores (Brown y Lugo 1990).

Brown y Lugo (1990), hacen una amplia descripción del valor de un bosque secundario para el uso humano, sus características ecológicas y riqueza de especies con base en una amplia revisión de estudios realizados en bosques secundarios en el trópico, incluyendo un caso de Costa Rica.

Finegan (1992), citando a Costa Rica - SEPSA-FAO (1986), indica que en Costa Rica existían en 1984 unas 480 mil ha de tierras agrícolas abandonadas (9.4% del territorio nacional); las cuales pueden convertirse en bosques secundarios si son abandonadas por largo tiempo.

CCT y WRI (1991) citado por Pedroni (1992), indica que para 1989 el área bajo bosque secundario de todas las edades era de 388 mil ha, área establecida a partir de imágenes de satélite.

En Costa Rica, las experiencias en bosque secundario datan desde 1957 y se han intensificado a partir de 1986 cuando en CATIE se iniciaron investigaciones sistemáticas de la silvicultura y manejo en bosque húmedos secundarios de tierras bajas de pequeñas y medianas fincas (Finegan 1992).

Las investigaciones desarrolladas están dirigidas a determinar el potencial de producción de los bosques secundarios húmedos de bajura, ejemplos de ello son los trabajos de Guillén y Finegan (1992); Picado (1992); Standley (1992); Finegan y Guillén (1992); Cabrelli y Finegan (1992), todos presentados durante el II Congreso Forestal Nacional realizado en Costa Rica en 1992.

Estas investigaciones, se desarrollaron como parte de los proyectos Producción de Bosques Naturales y Silvicultura de Bosques Naturales con sede en CATIE, Turrialba.

Los resultados indican, que los bosques secundarios tienen efectivamente un buen potencial de producción.

Finegan (1995), desarrolló un modelo general sobre la dinámica de los bosques húmedos secundarios de tierras bajas, que crecen en suelos no degradados y con fuentes adecuadas de semilla, los cuales incluyen tierras cultivadas por lapsos cortos y sitios en áreas boscosas afectadas por huracanes.

Este modelo, permite visualizar el proceso sucesional que siguen las especies, según el gremio a que pertenecen, desde que se produce el abandono del sitio por el hombre o la disturbación natural, y está dividido en tres fases.

FASE I: Está constituida por los primeros meses después del abandono. Se caracteriza por que el sitio es colonizado por especies pioneras herbáceas y arbustivas que forman una comunidad baja que ocupa el sitio hasta por dos o tres años. Las especies de los grupos ecológicos heliófitas efímeras (H.E), heliófitas durables (H.D) y esciófitas también se pueden establecer en o muy cerca del inicio de la sucesión (Finegan 1992).

FASE II: Las H.E., forman una comunidad de muy baja riqueza florística y dominada por una o pocas especies. Crecen muy rápidamente formando un dosel cerrado, a veces dentro de los dos o tres años después del abandono del sitio y eliminando las especies de la primera fase con su sombra.

Esta fase puede durar de 10 y 20 años, terminando con la decadencia de la población de H.E, las cuales no son capaces de regenerarse bajo su propia sombra. Se establecen la H.D., las cuales se han establecido bajo la sombra de la H.E.

FASE III: Las H.D., crecen rápidamente después de la desaparición de las H.E., alcanzando hasta 20 - 30 cm. dap a los 10 - 15 años y 50 cm dap a los 25 años en la zona atlántica de Costa Rica (Finegan 1995). Las H.D., dominan el bosque secundario hasta la decadencia de sus poblaciones, lo que puede significar una fase de tal vez 30 o más de 100 años de duración.

Cabrelli y Finegan (1992), determinaron que los incrementos anuales en altura para latizales, del bosque secundario húmedo tropical, era de 0.1 m a 1.8 m y con valores máximos entre 0.8 m a 3.7 m, indicando ello una productividad aceptable para esta etapa de desarrollo, sin intervención silvicultural.

Guillén y Finegan (1992), al estudiar varios bosques secundarios húmedo tropical, con edades entre 12 y 25 años, encontraron que el incremento volumétrico anual comercial calculado como volumen en pie/edad del bosque a partir de 10 cm dap, era superior a 5 m³/año, excepto para un bosque de 15 años, el cual había sido muy afectado por la

intervención humana y la presencia de ganado. Los volúmenes comerciales encontrados a partir de 10 cm de dap., fueron de 61.9 m³/ha para el bosque de 12 años y de 151,6 m³/ha para el bosque con 25 años. Sin embargo, el volumen más alto se encontró en un bosque de 20 años con 159,8 m³/ha.

Estos valores indican el alto potencial de producción que bajo manejo adecuado pueden convertir a estos bosques en una alternativa de uso de la tierra rentable y sostenible (Guillén y Finegan 1992).

Standley (1992), al analizar el bosque secundario La Sandía, ubicado en Pérez Zeledón (bht), encontró que la tasa de crecimiento en área basal para el grupo de especies comerciales era de un 7.9% por año, contra un 4.1% de incremento para las parcelas testigo, lo que nuevamente demuestra el potencial de manejo para los bosques secundarios.

Finegan y Guillén (1992), para un bosque secundario en Sarapiquí, Costa Rica, encontraron que la mayoría de los árboles dominantes y codominantes son de crecimiento rápido, siendo el diámetro inicial (al momento de establecer el ensayo) el que mostró mayor correlación con el incremento; principalmente cuando se ajustaron modelos lineales, debido a que en los bosques secundarios inmaduros, los árboles grandes son los de crecimiento más rápido, asociado posiblemente a la mejor iluminación de sus copas.

A nivel de especie, encontraron que árboles dominantes y codominantes de *Simarouba* y *Vochysia* en los bosques de 15 y 25 años respectivamente, mantuvieron incrementos medianos mayores a 1.5 cm y 1.0 cm (en diámetro) respectivamente. Ajustando modelos lineales con el área basal inicial como variable independiente y el incremento en área basal por árbol como variable de respuesta, obtuvieron valores de R² de 83% para *Simarouba* y de 66% para *Vochysia* concluyeron que los árboles dominantes y codominantes son y seguirán siendo los más productivos del rodal y que por otra parte los árboles de diámetros menores crecen lentamente (Finegan y Guillén 1992).

Laetia y *Goethalsia* presentaron un comportamiento diferente. Su crecimiento fue más lento y el ajuste de modelos lineales del incremento del área basal fue solo regular, con valores de R² alrededor de 40%, lo cual puede deberse a que los árboles de *Goethalsia* crecieron rápido antes del inicio del estudio, siendo posible que su crecimiento decaea antes que en las otras especies estudiadas debido a factores biológicos propios de la especie o que es más afectada por las densidades altas (competencia) (Finegan y Guillén 1992).

En Costa Rica son pocos los estudios realizados sobre la dinámica de los bosques secundarios de altura (bsa).

Se conocen básicamente dos estudios que hacen referencia a este tipo de bosque: Pedroni (1990a) y Kappelle *et al* (1995), los cuales realizaron sus estudios en sitios

distintos: Kappelle y colaboradores, trabajaron en Jaboncillos de Dota (2800 - 3000 msnm) dentro de la reserva forestal Los Santos y Pedroni en el Área Piloto de Villa Mills (2750 - 2800), dentro de la reserva forestal Río Macho.

Kappelle *et al* (1995), definen mediante un análisis de la flora vascular terrestre, tres estratos que consideran son fácilmente diferenciables:

I- bosque secundario temprano (bst): con una edad de entre 8 y 20 años de recuperación después del abandono.

II- bosque secundario avanzado (bsa): con 25 a 32 años de recuperación después del abandono.

III- bosque primario (bp): de edad indeterminada (desconocida), probablemente mayor de 150 años desde la formación del último gran claro natural por la caída de árboles.

Este estudio se basó en 12 parcelas de 0.1 ha., de las cuales cinco se establecieron en bst, cuatro en bsa y tres en bp. En ellas se midieron todos los individuos a partir de 3 cm dap.

Pedroni (1990a), estudió un bosque con 30 años después del abandono, donde efectuó un inventario de la regeneración entre 30 cm de altura hasta mayores de 20 cm dap. El área del bosque es de 37.9 ha y se levantó información sobre un 4% de la misma.

La estructura de los bosques estudiados se muestra en forma resumida en los cuadros 2 y 3. En cuanto a las especies más importantes, de los bosques estudiados, Pedroni (1990a), identifica a , *Quercus costaricensis* (IVI = 84.7), *Weinmannia sp* (IVI = 72.8) *Quercus copeyensis* (IVI = 62.9) y *Drimys granadensis* (IVI = 43.5). Kappelle, *et al* (1995), solo define el valor de importancia a nivel de familia botánica, identificando a *Fagaceae*, *Myrsinaceae*, *Cunoniaceae*, *Winteraceae*, *Araliaceae* y *Caprifolaceae* como las más importantes, incluyendo entre ellas a las familias a las que pertenecen las especies más importantes identificadas por Pedroni (1990a).

Comparando los resultados obtenidos por Kappelle *et al* (1995), con los de Pedroni (1990a), se puede observar que por las características estructurales más que florísticas el bosque descrito por Pedroni (1990a), se asemeja mucho a un bosque secundario avanzado de 25 años según la clasificación de Kappelle *et al* (1995) (Cuadros 2 y 3).

Con base en el estudio realizado, Kappelle, *et al* (1995), después de hacer algunas consideraciones, calcula que el tiempo para que un bosque secundario recupere la madurez estructural es de alrededor de 100 años.

Por su parte Pedroni (1990a), concluye que dada la abundancia y frecuencia de las especies comerciales en los "charrales" de los bosques de altura , es razonable tomar en

cuenta la posibilidad de recuperar la cobertura boscosa a través de la regeneración natural y recomienda su monitoreo permanente.

Como una continuación del trabajo efectuado por Pedroni (1990a), en 1991, el proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, estableció un ensayo silvicultural de recuperación de sitios degradados ("charrales") por medio de regeneración natural, según la propuesta de investigación elaborada por Pedroni (1990b).

Con esta investigación se pretendía "estudiar la posibilidad de transformar el "charral", por medio de tratamientos silviculturales, en un bosque forestalmente productivo y así contar con parcelas demostrativas de bosque joven en lugar del "charral" en el área piloto de Villa Mills" (Pedroni 1990b).

Cuadro 2. Estructura y composición del bosque secundario según Pedroni (1990a).

ESPECIE	ETAPAS DE DESARROLLO											
	BRINZAL		LATIZAL BAJO		LATIZAL ALTO		FUSTAL		ÁRBOL MADURO		TOTAL	
	N/ha	G	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G	N/ha	G (m ² /ha)
Arrayán	1301		467	0.04	417	1.12	17	0.30	6		2208	1.5
Encino	585		370	0.03	694	1.96	61	1.07	23		1733	3.07
Chile muela	646		200	0.02	264	0.75	8	0.15	1		1120	0.91
Roble	342		217	0.02	382	1.08	35	0.61	23		999	1.71
otras	435		126	0.01	120	0.34	7	0.13	9		699	0.48
Total	3309		1381	0.11	1877	5.31	130	2.30	63		6761	7.72

Fuente: Pedroni (1990a), adaptado para el presente trabajo.

Cuadro 3. Datos comparativos de la estructura de los bosques secundarios estudiados por Pedroni (1990a) y Kappelle et al (1995).

Fase del bosque	Jaboncillos de Data (Kappelle et al 1995)													Villa Mills	
	Secundario temprano						Secundario avanzado						Bosque primario	Secundario (3)	
	8	10	12	20	20	20	25	30	30	30	32		N/ha		
Clase de tamaño	Número de fustes por 0.1 ha														
30 - 149.9 cm altura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3309	
150 cm alt - 1.9 cm dap	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1381	
3 - 4.9	123	111	137	90	132	116	104	72	141	58	-	-	-		
5 - 9.9	65	44	69	164	142	90	114	85	101	57	(1)	1877			
10 - 19.9	5	11	13	65	37	22	79	49	65	33		130			
20 - 39.9	-	1	-	6	2	1	5	10	20	20		63			
dap ≥ 40 cm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16		-			
Total/ha	1930	1670	2190	3250	3130	2290	3020	2160	3270	1840		6761			
Total/ha > 2 cm dap(2)												2070			
Área basal / ha (m ² /ha)	4.5	4.8	5.7	20.5	13.3	8.7	19.2	16.4	25.3	64.7		7.7			
Altura máx dosel (m)		8	8	9	14	11	11	16	17	35		18			

Notas.

- (1) La clase de diámetro de 5-9.9 cm. para Villa Mills, incluye individuos a partir 2 cm. dap. denominados por Pedroni (1990a), como Latizal bajo.
- (2) Total de individuos con dap mayores a 2 cm, medidos por Pedroni (1990a).
- (3) Estructura según Pedroni (1990a).

Fuente: Pedroni (1990a) y Kappelle et al (1995), más elaboración propia para el presente documento.

4.3 Crecimiento y rendimiento en los bosques secundarios tropicales.

4.3.1 Crecimiento.

El crecimiento de los árboles, y la productividad del bosque, son resultado de las respuestas fisiológicas a la interacción de factores bióticos y abióticos del ambiente (Barros 1981).

Finegan (1995) y Vanclay (1994), definen el *crecimiento* como el aumento en las dimensiones de uno o más individuos en el bosque, sobre un período de tiempo dado (p.e crecimiento del volumen en m³/ha/año), y al *incremento*, como la cantidad de crecimiento entre dos mediciones, una al inicio y otra al final de un período dado. El rendimiento, se refiere a las dimensiones finales o a la cantidad *cosechada o cosechable* de un determinado producto al final de un cierto período (p.e. volumen en m³/ha.).

Klepac (1976), define varios tipos de incremento, como se describe a continuación.

Incremento corriente anual, es el crecimiento que logra un árbol o una masa en el curso de un año.

Incremento periódico, es el crecimiento de un árbol o una masa en un tiempo determinado.

Incremento total, es el crecimiento de un árbol o una masa durante toda su vida.

Incremento periódico anual, es el promedio anual del incremento periódico y comúnmente se le llama incremento corriente.

Incremento medio anual, es el promedio anual del incremento total; se obtiene dividiendo las dimensiones de un árbol o una masa entre su edad. También se le conoce como incremento medio.

Dentro de los procesos dinámicos, los bosques secundarios, especialmente en las primeras etapas de la sucesión (II y III fase), son clasificados como bosques coetáneos, en los cuales todos los árboles tienen la misma edad o aproximadamente la misma edad, pues se desarrollan desde cero, a través de una sucesión (Finegan 1995). De ahí, que para el análisis del crecimiento y rendimiento se puedan aplicar prácticamente los mismos criterios que se utilizan para los bosques coetáneos monoespecíficos (plantaciones forestales).

En el desarrollo del bosque secundario se pueden diferenciar tres etapas (Finegan 1995).

Establecimiento: Donde el árbol pequeño, es un individuo aislado, que compite básicamente con malezas. El crecimiento de los árboles es variable principalmente debido a la variación genética.

Competencia y raleo: La competencia, se inicia cuando los sistemas radicales y/o copas de los individuos vecinos se traslapan, y depende de la velocidad de crecimiento y de la densidad de los árboles. Se establece una jerarquía competitiva y comienza la mortalidad, que es siempre de los árboles más pequeños. La competencia, es un fenómeno que afecta el proceso de crecimiento en forma considerable, y para que la haya es necesario que los recursos sean escasos. De acuerdo con Finegan (1995), el principal recurso por el que se compite es por la luz.

Etapas de tolerancia: Se aplica al caso de rodales en donde las heliófitas durables dominan la tercera etapa de la sucesión. Esto se debe a que los individuos de este gremio pasan varios años de la sucesión bajo la sombra de las heliófitas efímeras, y que al desaparecer estas últimas, las heliófitas durables asumen la dominancia.

Para determinar el crecimiento de un bosque, generalmente lo que se ha tratado de hacer es el relacionar variables fácilmente medibles con otras con mayor dificultad de medición. Así se relaciona el diámetro a la altura del pecho (dap) con el diámetro de copa, dap con la altura total, dap con el volumen de un árbol o rodal. Estas relaciones se ponen de manifiesto a través de ecuaciones matemáticas llamadas modelos (Vanclay 1994).

Amo y Nieto de Pascual (1983), indican que lo más común es estudiar un solo parámetro de crecimiento; el análisis de crecimiento en diámetro, citando como ejemplos los estudios realizados por Foggie (1945), Koelmyer (1954), Miller (1952), Osmaston (1956), Setten (1954), Troup (1913) y Vincent (1961) y el análisis de crecimiento de la altura.

Un modelo de crecimiento, es una abstracción de la dinámica natural de un bosque, y puede comprender el crecimiento, la mortalidad y otros cambios en la estructura y composición del rodal. Por lo general, el término "modelo de crecimiento", se refiere a un sistema de ecuaciones, a partir de las cuales se puede predecir el crecimiento y rendimiento de un bosque bajo una amplia variedad de condiciones (Vanclay 1994). En un rodal de edad uniforme, una ecuación de crecimiento puede predecir el crecimiento del diámetro, área basal o volumen en unidades por año como una función de la edad y otras características del rodal. Por otra parte, una ecuación de rendimiento puede predecir el diámetro, el área basal del rodal o la producción total en volumen a una edad específica. En un bosque disetáneo, el rendimiento es la producción total sobre un período de tiempo dado, mientras que el crecimiento es la tasa de producción. El

crecimiento y rendimiento están relacionados matemáticamente (si el rendimiento es Y, el crecimiento es la derivada dy/dt)(Vanclay 1994).

El incremento aumenta conforme aumenta el tamaño del árbol al inicio del período. A veces la relación entre el tamaño inicial del árbol y el incremento es tan fuerte, que el tamaño inicial explica la mayor parte de la varianza del incremento (Finegan 1995).

Finegan y Guillén (1992), a través de un análisis de regresión lineal de los diámetros e incrementos convertidos a áreas basales, utilizando el incremento en área basal por árbol individual como variable dependiente y el área basal inicial por árbol como variable independiente, para la especie *Simarouba amara*, obtuvieron un valor de $R^2 = 83\%$, siendo el modelo de regresión muy altamente significativo.

La fuerte relación entre el diámetro inicial y el incremento, puede entenderse en términos de la jerarquía competitiva de la fase de competencia y raleo, donde los árboles dominantes y codominantes consiguen la mayor proporción de los recursos y crecen rápido. Los árboles pequeños y suprimidos consiguen pocos recursos, crecen lento y eventualmente mueren (Finegan y Guillén 1992).

La competencia afecta el crecimiento y la mortalidad de una manera denso - dependiente. Mientras mayor es la densidad, más rápidamente se pasa de la fase de establecimiento a la fase de competencia y raleo y más rápidamente comienza la mortalidad. A mayor densidad, menor es el incremento a todo nivel y más rápidamente se desarrollan distribuciones sesgadas del incremento (Finegan 1995).

En un rodal coetáneo denso, el criterio principal de agrupación de los árboles en clases de incremento parecido es el tamaño (Finegan 1995).

El incremento en el tamaño de los fustes individuales pueden ser modelados como: incremento diamétrico, incremento en área basal, diámetro futuro, o área basal futura. Vanclay (1994), manifiesta que el modelar el incremento en área basal es preferible, porque está más estrechamente relacionado con el crecimiento en volumen alcanzado por un árbol, que el incremento diamétrico.

"El incremento en el diámetro del fuste puede ser expresado como una función de rendimiento que estima el diámetro futuro:

$$d_n = f(d_{0,t}) + e_1 \quad [1]$$

o como una función de crecimiento, la cual estima el incremento sobre un período específico:

$$d_n = f(d) + e_2 \quad [2]$$

donde e_1 y e_2 son errores asociados a la estimación. Las ecuaciones de rendimiento pueden ser diferenciadas (derivadas) para formar ecuaciones de crecimiento y así proveer estimaciones compatibles del crecimiento y rendimiento. Donde hay mediciones simples a intervalos de la misma duración para todas las observaciones, ambas formulaciones deberán, en teoría, rendir el mismo resultado. Sin embargo donde los intervalos de medición varían y donde hay mediciones repetidas de la misma parcela, estas alternativas pueden dar origen a diferentes resultados, porque la estructura del error puede ser diferente (p.e. el error e_1 en la formulación del rendimiento tiene unidades lineales, mientras que el error e_2 en la forma del crecimiento tiene unidades de tiempo, p.e. mm y mm/año respectivamente)"(Vanclay 1994).

4.3.2 Mortalidad y reclutamiento.

En modelos de crecimiento para el manejo de plantaciones forestales, la mortalidad y el reclutamiento pueden ser ignorados. Sin embargo, en muchos bosques naturales, estos elementos pueden ser un aspecto importante en la dinámica y pueden tener una fuerte influencia en el rendimiento de un rodal (Vanclay 1994).

La mortalidad es la tasa a la cual los árboles mueren y es expresada en términos porcentuales (Alder 1995). Se distinguen dos tipos de mortalidad: la regular y la catastrófica. La mortalidad regular puede ser debida a causas predecibles como la densidad del rodal, el tamaño de los árboles, daños por aprovechamiento. La mortalidad catastrófica es la debida a fenómenos naturales fuera del control humano como huracanes, fuegos espontáneos naturales, plagas y enfermedades (Alder 1995; Vanclay 1994).

Swaine et al (1987), indican que el número de árboles de una población declina en forma logarítmica, pudiéndose calcular la tasa de mortalidad a través del modelo:

$$m = 100 * (\ln n_0 - \ln n_t) / t; \quad [3]$$

donde n_0 = población al inicio del período

n_t = población al final del periodo.

t = tiempo transcurrido entre dos mediciones.

La población final, corresponde al número de individuos que llegaron vivos al final del periodo y estaban presentes al inicio del mismo (Berner 1992).

Alder (1995), para determinar la mortalidad anual, determina primero la tasa de mortalidad periódica la cual corresponde al número de árboles muertos en el periodo de medición dividido por la suma de los árboles muertos más los árboles vivos que llegaron al final de periodo y define la tasa de mortalidad anual como:

$$\text{mortalidad anual} = 1 - (1 - \text{mortalidad periódica})^{1/t} \quad [4]$$

donde: t , es el tiempo transcurrido entre la dos mediciones.

El reclutamiento, es el proceso mediante el cual un individuo ingresa a una población al alcanzar un tamaño mínimo.

En el caso de los bosques, un recluta es aquel que alcanza el diámetro mínimo de medición en un periodo dado. El reclutamiento puede ser observado directamente sobre las parcelas permanentes y está relacionado con la densidad del rodal, la historia de aprovechamientos, el tipo de bosque y la presencia de árboles madre (Alder 1995).

La tasa de reclutamiento puede ser expresada como el número de individuos por hectárea por año (ind/ha/año) que alcanzan el tamaño mínimo de medición.

4.3.3 Variables mínimas que debe contemplarse en el análisis silvicultural de un bosque.

Según Lamprecht (1990), entre la información dasonómica - silvicultural indispensable para analizar el bosque, se debe tener datos cuantitativos acerca de:

a. Las especies arbóreas existentes según:

- el número de individuos (abundancias)
- la distribución horizontal (frecuencias)
- las dimensiones (en todos los casos hay que determinar los dap; la determinación de las alturas es deseable, pero medirlas todas resulta, generalmente, demasiado laborioso y a menudo los resultados carecen de la precisión requerida).

b. La posición sociológica de cada árbol y las estructuras verticales del bosque (perfiles).

c. Calidad de cada árbol (fuste, copa)

d. La regeneración.

Adicionalmente; Lamprecht (1990), propone la toma de datos sobre:

- e. Conformación de la copa y recepción de luz de cada árbol
- f. Condición del follaje , las flores, los frutos y otros aspectos fenológicos
- g. Vitalidad individual
- h. Particularidades.

De las anteriores recomienda incluir como un estándar, la forma de copa y recepción de luz, haciendo uso de la clasificación propuesta por Dawkins en 1958 (Lamprecht 1990).

Synnott (1991), indica que entre las variables recomendadas para ser medidas en una PPM están: dap, altura total, altura a la base de la copa, posición de copa, forma de copa y opcionalmente: daños en el fuste, altura comercial, infestación por trepadoras, diámetro superior del fuste, diámetro y altura del tocón, espesor de corteza y diámetro de copa.

V Materiales y métodos

5.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el bosque secundario ubicado en el Área Piloto de Villa Mills, sobre las parcelas de medición establecidas a partir de 1991, conforme a la propuesta de investigación formulada por Pedroni 1990b, para el Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales.

Las mediciones se iniciaron en 1991 y la última se efectuó en 1996.

5.1.1 Localización geográfica y administrativa

El área de estudio se localiza en Costa Rica, en la provincia de Cartago, cantón Paraiso, distrito Orosí en el caserío Piedra Alta (Figura 2).

Geográficamente se localiza entre las coordenadas verticales: 496 a 498.6 y horizontales: 389 a 392.2, de la hoja cartográfica: CUERICI No. 3444-I, del Instituto Geográfico Nacional.

La finca es una propiedad del Estado, representado por el Ministerio de ambiente y energía (MINAE), y está siendo administrada para propósitos de investigación forestal por el Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales (PROSIBONA) con sede en CATIE, bajo convenio suscrito entre el Estado, CATIE y la Cooperación Suiza al Desarrollo (COSUDE), y es conocida como el Área Piloto de Villa Mills.

5.1.2 Zona de vida y clima

Räber (1991), indica que según el Sistema de Clasificación de zonas de vida de Holdridge, el bosque de Villa Mills a 2700 - 3000 msnm, corresponde a la zona de vida "Bosque Pluvial Montano". La cual presenta una precipitación media anual de 2642.77 mm, con mínimas mensuales sobre 120 mm y máximas absolutas mensuales por encima de 1000 mm. La temperatura media anual es de 10.9 °C, con un rango desde 10 hasta 11,8 °C para el mes más cálido (abril), obtenido para un período de 40 años (Blaser y Camacho1991).

Simbología

- Área Piloto Villa Mills.
- ▭ Ubicación área de estudio.

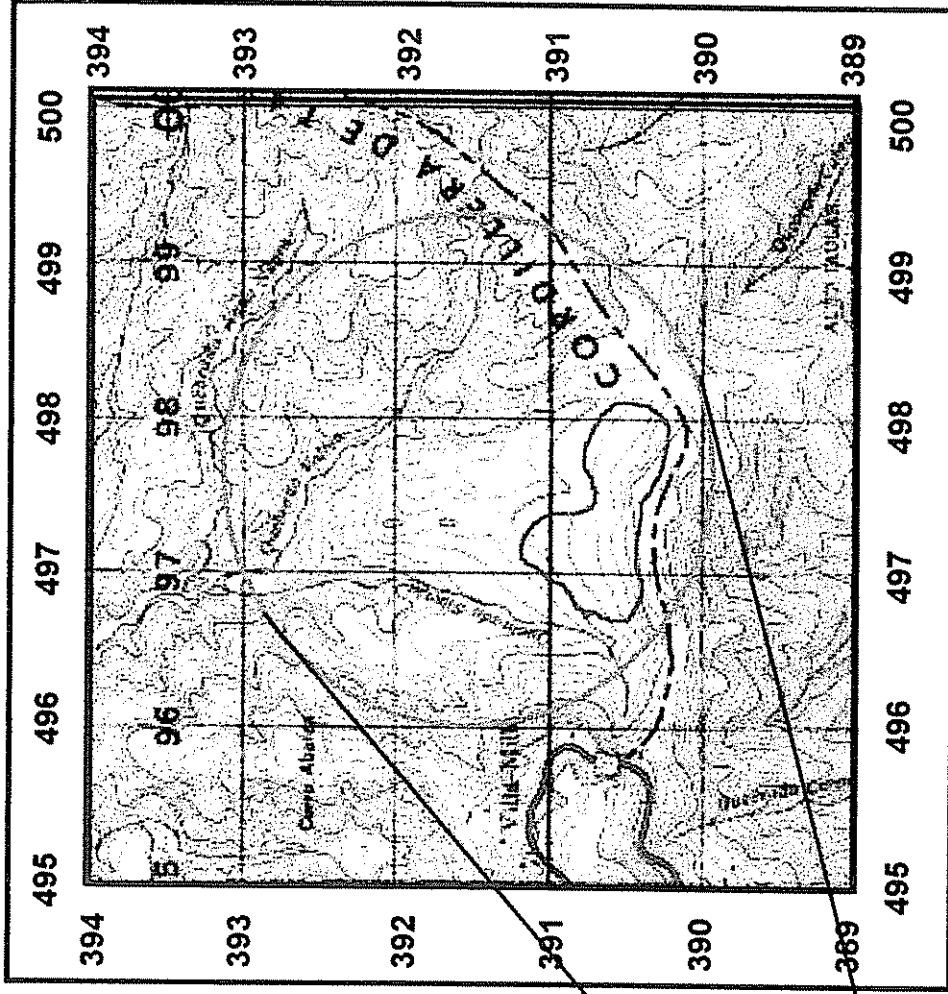
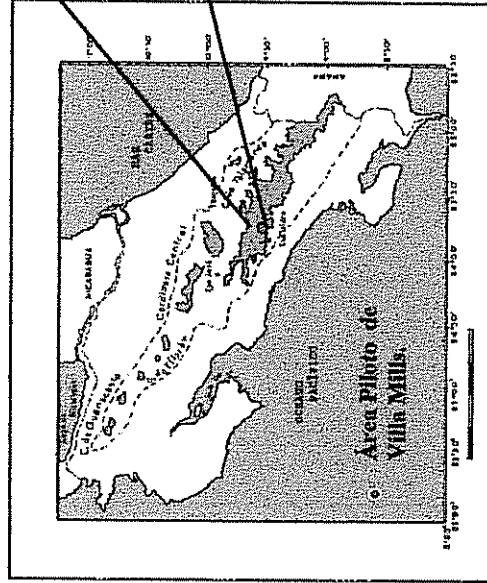


Figura 2. Localización del Área Piloto de Villa Mills y área de estudio. Hoja cartográfica CUERICI no. 3444 - 1 (IGN). Escala: 1: 50000.

5.1.3 Topografía.

Con base en el mapa de curvas de nivel, elaborado por el proyecto Silvicultura de bosques naturales (Pedroni 1989b), se tiene que el sitio donde se ubican las parcelas de estudio, presentan una elevación entre 2700 y 2875 msnm. La pendiente del terreno oscila entre 7% y 40 % con un promedio de 35%, las que lo califican como terrenos de pendiente moderadamente ondulada a fuertemente ondulada (Costa Rica, MAG-MIRENEM 1994).

5.1.4 Suelo.

Propiamente en el Área Piloto de Villa Mills, se presentan cuatro tipos de suelo, según se presenta en el mapa de suelos elaborado para el área: Placandept, Placandept erosionado, Dystrandept y el Aquept (Camacho y Pedroni 1989).

El Placandept, es el que cubre la mayor proporción del Área Piloto, seguido por el Dystrandept. El suelo tipo Aquept se encuentra solo a las orillas de los ríos y quebradas, mientras que el Placandept erosionado ocupa las áreas cercanas al camino que lleva a Piedra Alta, donde la actividad humana ha sido más intensa.

Blaser (1990), hace una amplia descripción de los suelos del Área Piloto. Los suelos son profundos (>100 cm), ácidos ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$: 3.7 - 5.4), bajo en saturación de bases, textura franco arenosa a arcilloso, de origen volcánico, alto contenido de materia orgánica (>3.9%). En los primeros 50 cm del perfil, entre el límite del suelo (horizonte A) y el subsuelo, el tipo de suelo Placandept tiene una capa delgada y dura, en la cual se concentran óxidos de hierro ("horizonte plácico"). Si no se observa esta capa se trata del suelo tipo Dystrandept (Blaser 1990).

5.1.5 Uso del suelo antes del abandono.

Blaser (1990), indica que las áreas aledañas al bosque primario dentro del Área Piloto de Villa Mills, alrededor del año 1967 fueron desmontadas, quemadas y sometidas a pastoreo extensivo por ganado. Pedroni (1990a), indica que según la población local, éstas mismas áreas fueron aprovechadas en forma discontinua desde 1960, tanto para la extracción de madera, postes y carbón, como más tarde para la producción de mora y pastoreo de ganado. Lo anterior indica que el bosque secundario del Área Piloto, tiene una edad que oscila entre los 29 y 36 años actualmente.

Las áreas donde se establecieron las parcelas no corresponden a sitios cuya cobertura sea uniforme, sino que se encuentra un mosaico de tipos de cobertura que va desde el

pasto hasta el bosque secundario con árboles de más de 12 metros de altura y copas densas.

Por tal motivo se procedió a efectuar un levantamiento de las áreas que estaban cubiertas por bosque secundario y otro tipo de vegetación dentro de cada parcela, con el fin de conocer el grado de alteración presente en las parcelas.

Para hacer lo anterior, se aprovechó que cada parcela estaba dividida en subparcelas de 25 m por 20 m, y estas a su vez en cuadrados cada uno de los cuales eran identificables en el campo, teniéndose así una cuadrícula de 12.5 m de largo por 10 m de ancho que se empleó como base para delimitar a mano alzada las áreas de bosque secundario.

5.2 Diseño experimental y variables medidas

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con siete repeticiones y dos tratamientos.

Tratamiento	Descripción
1	Sin tratamiento silvicultural (Testigo)
2	Con tratamiento silvicultural (raleo).

Cada bloque está formado por dos parcelas de 75 x 60 m (0.45 ha de área neta) y rodeadas por un borde de 10 m de ancho, el cual recibió igual tratamiento que la parcela correspondiente. El área total de cada bloque incluyendo bordes es de 1.52 ha. Cada parcela está dividida en subparcelas de 500 m² (25 m x 20 m) estas a su vez a en cuadrados de 125 m² (12.5 m x 10 m).

En la subparcelas de 500 m², se midieron todos los individuos con dap \geq 10 cm y en uno de cada cuatro cuadrados, elegido al azar, se midieron todos los individuos con 5 cm \geq dap \leq 9.9 cm (Pedroni 1990b y Anexo 1).

Una parcela de cada bloque, fue seleccionada al azar para aplicar en ella el tratamiento silvicultural. Este consistió, en aplicar un raleo selectivo para favorecer el crecimiento y sobrevivencia de los árboles de especies potencialmente comerciales (Pedroni 1990b).

Cada espacio de 5 m x 5 m, fue analizado, para favorecer los árboles potencialmente comerciales de buena forma, con dap \geq 5 cm o con altura $>$ 5 m, eliminándose los árboles que les competían básicamente a nivel de copas. A la otra parcela, no se le aplicó ningún tratamiento, quedando como testigo.

De acuerdo con la ubicación realizada de las parcela en el campo, y su localización en el mapa de suelos del Área Piloto de Villa Mills, elaborado por Camacho y Pedroni (1989), las parcelas de medición, están ubicados principalmente sobre suelos: Placandept y Dystrandept.

Sobre el suelo tipo Placandept, se encuentran los bloques 1, 2, 4, 5, 6, 7. En algunos de estos bloques, también hay presencia del suelo Dystrandept, pero en proporciones muy bajas. El bloque 3, se ubica en su totalidad sobre suelos Dystrandept (Cuadro 4).

Cuadro 4. Distribución aproximada del tipo de suelo presente en cada bloque.

Bloque	Porcentaje del tipo de suelo			Total (%)
	Placandept	Placandept ero- sionado	Dystrandept	
1	55	45	-	100
2	30	60	10	100
3	-	-	100	100
4	100	-	-	100
5	100	-	-	100
6	55	35	10	100
7	85	5	10	100

Desde 1991, se ha medido el diámetro a la altura del pecho ($d_{ap_{130}}$), siguiendo las normas de Cailliez (1980), los árboles muertos se identificaron con el código -9 y se midieron los individuos que alcanzaron el diámetro mínimo de medición (reclutas) (Venegas 1996. Comunicación personal). A partir de 1996, se incorporaron las variables iluminación de copa, forma de copa, forma de fuste, altura de la bifurcación, posición y porcentaje de daño causado por animales. Los procedimientos seguidos para la evaluación de estas variables se describen en el Anexo 2.

Los datos de las diferentes mediciones fueron ingresados en una base de datos y se revisó que no existieran números de placa duplicados dentro de una misma parcela, así como que los árboles no presentaran inconsistencias en el nombre de la especie y que tuvieran una secuencia lógica en el aumento o disminución del diámetro.

Algunos autores aceptan los incrementos negativos como válidos (Lojan 1965), pero otros (Del Valle 1979), descartan de los análisis los datos que presentan este patrón, por considerarlos errores de la medición. Siteo (1992), aceptó como válidos incrementos entre -2 a 50 mm/año; Sánchez (1995), toleró decrecimientos del orden de -2

mm/año. Ambos trabajos se desarrollaron para bosques húmedos tropicales. Berner (1992), para un bosque primario de roble - bambú, aceptó como correctos incrementos dentro del rango de - 8 mm hasta 15 mm.

Dado que no se tiene información, sobre en comportamiento del crecimiento en el bosque secundario de altura, para el presente estudio, se admitió como válidos incrementos negativos de hasta -2 mm/año así con incrementos máximos de hasta 25 mm/año, los cuales se ubican dentro de los límites mínimos y máximos dados por los autores citados.

5.3 Limitantes para el análisis del crecimiento

Se considera como una restricción de este estudio, el hecho de que los bloques y parcelas de medición no se establecieron en el mismo año. En 1991, se establecieron los bloques 1 y 5, en 1992 se establecieron los bloques 2,3,4 y en 1994 se establecieron los bloques 6 y 7. Cada vez que se estableció un bloque, a su vez se definió la parcela testigo y la que recibiría el tratamiento silvicultural.

Además, en los primeros años, las mediciones no fueron anuales para todos los bloques, efectuándose éstas según se describe en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución de las mediciones en el tiempo.

	BLOQUE						
	1	2	3	4	5	6	7
1 ^{era} medición	1991	1992	1992	1992	1991	1994	1994
2 ^{da} medición	1994	1994	1994	1994	1994	1995	1995
3 ^{era} medición	1995	1995	1995	1995	1995	1996	1996
4 ^{ta} medición	1996	1996	1996	1996	1996	--	--

Cabe señalar que todos los bloques fueron medidos durante 1994, 1995 y 1996. La medición de 1996, para los bloques 1 a 5, se efectuó a la mitad del período de medición establecido para estos bloques.

Considerando lo anterior, para efectuar los análisis, la primera medición de cada bloque se asumió como la medición 1, la segunda medición como la medición 2 y así sucesivamente (Cuadro 5).

En el cuadro 6, se muestra el tiempo máximo, promedio y mínimo transcurrido entre mediciones por bloque, dependiendo de cuanto se tardó en efectuar la medición de cada año.

A partir de esta información se calculó el incremento en diámetro y en área basal de cada árbol individualmente expresado en mm y m² por año.

Cuadro 6. Tiempo (años) transcurrido entre mediciones por bloque.

BLOQUE	1 ^{era} y 2 ^{da} medición			2 ^{da} y 3 ^{era} medición			3 ^{era} y 4 ^{ta} medición		
	Prom.	Máx.	Mín.	Prom	Máx.	Mín.	Prom.	Máx.	Mín.
1	3.2	3.3	3.1	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
2	2.1	2.1	2.0	1.0	1.1	1.0	0.6	0.6	0.6
3	2.1	2.1	2.1	1.0	1.1	1.0	0.6	0.6	0.6
4	2.1	2.1	2.1	1.0	1.1	1.0	0.6	0.6	0.6
5	2.9	3.0	2.9	1.0	1.1	1.0	0.7	0.7	0.7
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	--	--	--
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	--	--	--
Todos	2.1	3.3	1.0	1.0	1.0	0.9	0.6	0.7	0.5

Debe tomarse en cuenta, que algunas fuentes posibles de error que se han identificado, tales como el desprendimiento, en 1993, de las placas de identificación de los árboles de la parcela tratada del bloque 1 y el cambio de cintas diamétricas de nylon a metálica¹, podrían contribuir a aumentar el error experimental de los modelos generados en este estudio. Por tales razones la medición de 1993, fue desechada del análisis.

Por otra parte, el estudio no cuenta con información del estado de la bosque tratado antes de que se aplicara el tratamiento, así se desconoce:

- Área basal de las parcelas antes del tratamiento.
- Área basal removida.
- Número de individuos antes del tratamiento
- Posición y forma de la copa de los árboles antes y después del tratamiento .
- Comportamiento de las especies a la luz.
- Número de árboles eliminados por árbol favorecido (competidores).
- No se tienen árboles selectos por tratamiento .

¹ Venegas, G. 1996. Comunicación personal. Encargado Área Piloto Villa Mills. Villa Mills, Paraíso. (Mayo 1996)

Los árboles remanentes, producto del bosque primario que originalmente existía en el lugar no fueron eliminados, ni medidos en algunos de los bloques, conforme lo planteó la propuesta de investigación (Pedroni 1990b). Tampoco se reportó, ni se evaluó, la presencia de daños en la corteza de los árboles producto del ataque por animales, por lo que su efecto sobre el crecimiento se desconoce.

5.4 Procedimientos analíticos

5.4.1 Análisis de la información.

Para determinar si existe efecto de los tratamientos aplicados sobre el desarrollo del bosque, y si existen diferencias entre los bloques, se efectuó un análisis de varianza para las variables: área basal por tratamiento ($m^2/parcela$), número de árboles por parcela, incremento en área basal ($m^2/año$) e incremento en diámetro ($mm/año$).

El incremento de cada árbol individual se calculó de la forma siguiente:

$$Inc = \frac{d_2 - d_1}{t} \quad [5]$$

donde:

- Inc = incremento en diámetro o área basal por árbol
- d_1 = diámetro medido al inicio del período (cm)
- d_2 = diámetro medido al final del período (cm)
- t = el tiempo transcurrido entre mediciones(años)

Se emplea esta forma, debido a que los tiempos entre mediciones no son regulares. En forma similar se calculó el incremento en área basal.

Para efectuar los análisis de varianza, y la prueba de los supuestos de normalidad de la distribución de los residuos y la homogeneidad de varianza, se emplearon los procedimientos GLM, UNIVARIATE y DISCRIM del programa estadístico SAS (SAS INSTITUTE INC. 1988).

5.4.2 Características del bosque secundario.

5.4.2.1 Composición florística e índice de valor de importancia.

Para definir, si el tratamiento aplicado, afectó la composición florística del bosque secundario, se calculó el coeficiente de Sørensen. Este permite comparar dos muestreos desde el punto de vista de su composición florística (Lamprecht 1990). Su valor es igual a 100, cuando dos muestreos resultan ser florísticamente idénticos.

Para el cálculo de este coeficiente se utilizó la modificación propuesta por Lamprecht (1990), que consiste en utilizar la dominancia de las especies en lugar del número de especies, pues esta forma, tiene la ventaja de poder caracterizar el "espacio de dominio" propio de cada especie. Este coeficiente modificado, es una relación entre la suma de la dominancia de las especies comunes en los dos muestreos y la totalidad de la dominancia encontrada en ambos muestreos expresada en términos porcentuales.

El procedimiento de cálculo es el siguiente:

$$kd = \frac{\sum cd}{(\sum ad + \sum bd)} * 100 \quad [6]$$

donde:

kd = Coeficiente de afinidad de Sørensen

cd = Suma de las dominancias de las especies comunes a ambos muestreos

ad = Dominancia total en el muestreo A

bd = Dominancia total en el muestreo B

Para determinar la importancia ecológica de las especies se calculó el índice de valor de importancia (IVI), con el cual es posible comparar el peso ecológico de cada especie, dentro del tipo de bosque correspondiente. Se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa + frecuencia relativa + dominancia relativa (Lamprecht 1990).

Para el cálculo de IVI, se utilizó el procedimiento descrito por Orozco (1991), que a continuación se detalla.

$$IVI \text{ esp } \alpha = A\% \alpha + D\% \alpha + F\% \alpha \quad [7]$$

en donde:

IVI esp α = Índice de valor de importancia de la especie α .

$A\%_{\alpha}$ = abundancia relativa de la especie α , calculada como: $A_{\alpha}/A * 100$ [8]

donde: A_{α} = número de individuos por ha. de la especie α .
 A = número total de individuos por ha.

$D\%_{\alpha}$ = dominancia relativa de la especie α , calculada como: $D_{\alpha}/D*100$ [9]

donde: D_{α} = suma de las áreas basales por hectárea de los individuos de la especie α .
 D = suma de las áreas basales por hectárea de todos los individuos.

$F\%_{\alpha}$ = frecuencia relativa de la especie α , calculada como: $F_{\alpha}/F*100$ [10]

donde: F_{α} = número de parcelas donde ocurre la especie α / número total de parcelas levantadas

F = suma de las frecuencias absolutas de todas las especies ($\sum F_i$).

El índice de valor importancia se calculó para cada especie por medición.

5.4.2.2 Mortalidad y reclutamiento.

Para el cálculo de la mortalidad, se utilizó el procedimiento propuesto por Alder (1995), el cual consiste en determinar primero la mortalidad ocurrida dentro de un periodo como la razón del número de individuos muertos al final del período de medición, dividido por el número total de individuos vivos más los muertos muestreados, para posteriormente determinar la tasa mortalidad anual con Fórmula 4. Los individuos vivos corresponden a aquellos que estaban presentes en la primera medición y llegaron vivos a la última medición.

El reclutamiento, se determinó a partir del conteo del número de individuos que en cada medición alcanzó el diámetro mínimo de medición ($dap = 10$ cm).

5.4.3 Análisis por especie.

Se efectuó una primera agrupación de las especies por valor comercial, para lo cual se utilizó información de varias referencias bibliográficas (Blaser 1990; Pedroni 1990b y Jiménez y Morera 1996).

La especies se clasificaron en comerciales y no comerciales. Dentro de las comerciales se diferenció entre encino (*Q. costaricensis*), roble (*Q. copeyensis*), chile muela (*D. granadensis*), arrayán (*Weinmannia* sp.) y otras especies comerciales (OESPC), debido a que estas cuatro especies son las más importantes en el bosque estudiado. Las especies no comerciales se agruparon como otras especies no comerciales (OESPNC) (Anexo 3).

A partir de esta agrupación, se construyeron las distribuciones diamétricas del número de individuos y área basal por hectárea de cada medición por tratamiento y para cada variable silvicultural medida, utilizando un amplitud de clase de 5 cm. Para determinar si hubo efecto del tratamiento sobre el comportamiento de las variables silviculturales, se realizaron pruebas de χ^2 para probar si entre tratamientos, existe diferencia estadística significativa de las distribuciones de frecuencia de estas variables. Adicionalmente, para la variable porcentaje de daño se llevó a cabo un análisis de regresión para determinar la existencia de alguna tendencia en el efecto del daño sobre el incremento en diámetro.

Posteriormente, se agruparon las especies por su tasa de crecimiento (lento, moderado y rápido), utilizando como variables clasificatorias la mediana del incremento diamétrico anual, calculado a partir de la primera medición de cada individuo y la medición efectuada en 1996, el cuartil 1 y el cuartil 3 de la distribución del incremento, de todas aquellas especies que tenían al menos tres individuos por tratamiento (Finegan 1996. Comunicación personal) y $dap \geq 10$ cm que presentaban medición durante todo el periodo. Se utilizaron estas tres variables por las siguientes razones: a) la distribución de los incrementos, por lo general, es sesgada, siendo la mediana la estadística que mejor describe su comportamiento, y además, es menos afectada por los valores extremos que la media; b) el empleo de los cuartiles 1 y 3, permiten eliminar valores extremos que podrían ser producto de errores de medición y afectar la formación de los grupos.

Para esta agrupación se efectuó un análisis de conglomerados y para su validación se efectuaron análisis de varianza, la prueba Tukey de rango múltiples y análisis discriminante para probar si existían diferencias significativas entre los grupos encontrados de acuerdo con las variables clasificatorias y si habían especies con mayor probabilidad de agruparse en un grupo distinto al que originalmente había sido asignada. Se hizo uso de los procedimientos CLUSTER, GLM y DISCRIM del programa estadístico SAS (SAS INSTITUTE INC. 1988).

VI Resultados y discusión

6.1 Población objeto de análisis

Antes de efectuar los análisis, se procedió a definir la población que sería objeto de estudio. Para visualizar la distribución del número de árboles y del área basal por hectárea y clase de diámetro, se elaboraron tablas de frecuencia por clase diamétrica para el número de árboles y el área basal por tratamiento. De este análisis se obtuvo que las clases de diámetro superior a 40 cm, presentaban muy pocos individuos por hectárea, aportando un alta porcentaje del área basal existente, la cual se salía de la tendencia seguida por los árboles más pequeños. Adicionalmente, la presencia de clases diamétricas sin representación, indicaba que los árboles en las clases diamétricas superiores no pertenecen al bosque secundario estudiado, sino que corresponden a árboles remanentes. A través de un inspección de campo, se comprobó que estos árboles, por su aspecto y dimensiones, eran remanentes.

Como resultado final de este primer examen se definió, que la población de análisis debía ser aquella, que en la primera medición, presentaba un diámetro menor de 40 cm (dap).

6.2 Estado inicial del bosque secundario.

Con el fin de conocer si las condiciones iniciales del ensayo, a la primera medición, diferían entre tratamientos, se efectuó un análisis de varianza para el número de árboles y el área basal por parcela, para los individuos con diámetro mayor o igual a 10 cm.

De este análisis se obtuvo, que el número de árboles por parcela, no era significativamente diferente entre tratamientos ($F= 3.26$, $P > 0.12$). Utilizando el número de árboles por parcela como una covariable para ajustar el área basal a la primera medición, se obtuvo que ésta no era estadísticamente diferente entre tratamiento ($F = 1.28$ $P>0.308$; Anexo 4).

Lo anterior implica suponer lo siguiente:

1. Que la intensidad del tratamiento no fue lo suficientemente fuerte, como para generar una marcada diferencia en número de árboles y área basal con respecto a la parcela testigo.
2. Que el punto anterior, posiblemente, se debe a que las parcelas tratadas eran más densas que las no tratadas, antes de la aplicación del tratamiento.

3. También es posible, que la mayor área de charral presente en las parcelas testigo, compensó el área basal eliminada en las parcelas tratadas.

Para probar el punto 3, se efectuó una prueba de *t* Student, la cual no rechazó la hipótesis nula de que las áreas de charral eran iguales en ambos tratamientos ($P > t = .47$). Por lo tanto, las razones que mejor pueden justificar la igualdad estadística de las áreas basales y del número de árboles en las parcelas testigo y tratadas son las anotadas en los puntos 1 y 2.

En conclusión, el área basal de las parcelas testigo vs tratadas no era significativamente diferente en la primera medición.

En el Cuadro 7, se presenta un resumen del número de árboles y área basal por hectárea por medición, mostrando la evolución de estos dos parámetros en el tiempo.

Cuadro 7. Resumen del N/ha y G (m²/ha) por medición según tratamiento. dap ≥10 cm.

Tratamiento	1 ^{ra} medición				2 ^{da} medición				3 ^{ra} medición				4 ^{ta} medición (1)			
	N/ha		G(m ² /ha)		N/ha		G(m ² /ha)		N/ha		G(m ² /ha)		N/ha		G(m ² /ha)	
	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E	MED	D.E
Testigo	436	160.6	7.7	3.2	537	142.6	9.9	3.0	567	151.6	10.9	3.3	530	152.7	10.4	3.1
Tratado	327	152.2	5.5	2.6	453	138.6	7.9	2.4	489	140.7	9.1	2.4	469	115.5	9.2	1.7

(1): Datos calculados a partir de 5 parcelas que tienen cuatro mediciones. No incluye las parcelas correspondientes a los bloques 6 y 7. MED: Media aritmética; D E: Desviación estándar.

6.3 Descripción del bosque secundario de Villa Mills.

6.3.1 Cobertura de las parcelas de estudio.

Como se desprende de los mapas de cobertura para cada una de las parcelas establecidas (Anexo 1), la influencia humana en el desarrollo del bosque estudiado, es muy notoria y provoca que la recuperación de las áreas abandonadas sea lenta. Por ejemplo los bloques 1, 3, 4, 5 y 7, presentan altos porcentajes de su área cubierta por charrales que corresponden a sitios donde anteriormente existieron caminos, trochas y carboneras que eran empleados por los pobladores y propietarios para extraer y producir los bienes de los cuales subsistían (Cuadro 8).

Una vez que estas tierras fueron abandonadas y/o compradas por el Estado para propiciar su recuperación, se desarrolló el bosque secundario que actualmente existe.

Cuadro 8. Distribución del tipo de cobertura en las parcelas de bosque secundario. Villa Mills, 1996.

BLOQUE	TRATAMIENTO	CHARRAL		BOSQUE SECUNDARIO	
		Área (m ²)	%	Área (m ²)	%
1	Testigo	12587.0	27.9	3242.0	72.1
	Tratada	1420.1	31.6	3079.9	68.4
2	Testigo	629.2	14.0	3870.8	86.0
	Tratada	1127.4	25.0	3372.6	75.0
3	Testigo	2755.3	61.2	1744.7	38.8
	Tratada	2164.6	48.1	2335.4	51.9
4	Testigo	893.1	19.8	3606.9	80.1
	Tratada	2492.1	55.4	2007.8	44.6
5	Testigo	1565.7	34.8	2934.3	65.2
	Tratada	1202.9	26.7	3297.1	73.3
6	Testigo	257.6	5.7	4242.4	94.3
	Tratada	259.8	5.8	4240.2	94.2
7	Testigo	283.7	6.3	4216.3	93.7
	Tratada	1225.8	27.2	3274.1	72.8

6.3.2 Composición florística e índice de valor de importancia.

En el Anexo 3, se encuentra la lista de especies que componen el bosque secundario de Villa Mills.

De acuerdo con las diferentes mediciones realizadas en el bosque en estudio, el número de especies presentes a partir de 10 cm de diámetro varía de 27 a 30 especies en la última medición (Cuadro 9).

El número de especies varió de la primera a la segunda medición, en dos especies para el bosque testigo y en una para el bosque tratada. De la segunda a la tercera medición, aparece una nueva especie en el bosque testigo, mientras que el tratado permanece igual. Estas especies son: candelillo (*Fuchsia arborescens*), lorito (*Prumnopitys standleyi*) y quizarrá (*Nectandra cufodontisii*) en el caso del bosque testigo y cacho de venado (*Araliaceae*) en el bosque tratado.

Cuadro 9. Número de especies presentes y nuevas entre mediciones por tratamiento. (dap≥10 cm).

Medición	Número de especies	Tratamiento	
		Testigo	Tratado
1	Presentes	27	27
	Nuevas	-	-
	Total	27	27
2	Presentes	27	27
	Nuevas	2	1
	Total	29	28
3	Presentes	29	28
	Nuevas	1	-
	Total	30	28

A través de la determinación del coeficiente de Sørensen, modificado por Lamprecht (1990), se encontró que el tratamiento aplicado no afectó la composición florística del bosque, ya que desde la primera y hasta la tercera medición, dicho coeficiente indica una similitud entre el bosque testigo y tratado del 99.7%.

En cuanto al índice de valor de importancia, en el Anexo 5, se presenta su valor para cada especie y tratamiento, en términos absolutos y porcentuales.

Tanto en el bosque testigo como en el tratado, se presenta una marcada separación de dos grupos de especies. El primer grupo formado por las especies: encino (*Q. costaricensis*), roble (*Q. copeyensis*), chile muela (*D. granadensis*) y arrayán (*Weinmannia sp.*), las cuales concentran más del 69% del IVI, con ligeras variaciones de una medición a otra, para el primer caso y el 77% del IVI, en las tres mediciones para el bosque tratado. El segundo grupo está formado por las demás especies cuyo porcentaje del IVI, por especie, no supera el 4%, en ambos bosques y en conjunto concentran el 31% y el 22% del IVI, para el bosque testigo y tratado respectivamente. Entre las especies que forman este grupo están: *Hedyosmun sp.*, *C. molinae*, *V. costaricanum* y *G. myrioides*, que ostentan los porcentajes de IVI más altos del grupo (Cuadro 10 y 11; Anexo 5).

El encino (*Quercus costaricensis*), es la especie más importante del bosque secundario de Villa Mills, con más del 40% del IVI, siendo la más abundante, frecuente y dominante del bosque (Cuadro 10 y 11; Anexo 5).

Cuadro 10. Índice de valor de importancia, en porcentaje, para las especies del bosque testigo, por medición. (dap \geq 10 cm).

Especie	Medición 1	Medición 2	Medición 3
<i>Q. costaricensis</i>	41.7	40.3	40.1
<i>Q. copeyensis</i>	11.4	12.6	12.5
<i>D. granadensis</i>	8.7	8.5	8.2
<i>Weinmannia sp.</i>	8.4	8.0	8.3
<i>Hedyosmum sp.</i>	4.1	3.9	3.6
<i>Clethra molinae</i>	3.6	3.9	3.9
<i>V. costaricanum</i>	3.4	4.0	4.1
Otras especies(*)	(20) 18.7	(22) 18.8	(23) 19.3
Total	100.0	100.0	100.0

(*) El número entre paréntesis, corresponde al número de especies

En el bosque testigo, el encino (*Q. costaricensis*), el chile muela (*D. granadensis*) y agüilla (*Hedyosmum sp.*) pierden importancia mientras que el roble (*Q. copeyensis*), curá (*V. costaricanum*) y el nance (*Clethra molinae*) la ganan, sugiriendo ello una tendencia o preferencia de estas especies a crecer bajo condiciones de luz más limitadas.

Sin embargo, por la fuerte presencia de áreas abiertas dentro de las parcelas en estudio, no es posible asegurar que estas últimas especie prefieran crecer bajo condiciones de poca luz. El comportamiento del IVI, para estas mismas especies, en el bosque tratado es más estable, con variaciones menos marcadas (Cuadro 11).

Cuadro 11. Índice de valor de importancia, en porcentaje, para las especies del bosque tratado, por medición (dap \geq 10 cm).

Especie	Medición 1	Medición 2	Medición 3
<i>Q. costaricensis</i>	43.0	42.4	42.7
<i>Q. copeyensis</i>	19.0	19.3	18.9
<i>D. granadensis</i>	7.4	7.7	8.5
<i>Weinmannia sp.</i>	8.3	7.7	7.8
<i>V. costaricanum</i>	2.1	3.1	3.0
<i>G. myricoides</i>	2.4	2.0	2.0
Otras especies (*)	(21) 17.8	(22) 17.8	(22) 17.1
Total	100.0	100.0	100.0

(*) El número entre paréntesis, corresponde al número de especies

Los resultados obtenidos, en cuanto al índice de valor de importancia para las especies de bosque secundario, coinciden con lo encontrados por Pedroni (1990a) y Jiménez y Morera (1996), para este mismo bosque. Los últimos autores, estudiaron además un bosque secundario de altura de 45 años de edad, siendo las especies más importantes en ambos casos prácticamente las mismas y en el mismo orden de importancia. Situación similar se presenta con el estudio sobre los cambios sucesionales de la estructura de un bosque de *Quercus*, realizado por Kappelle *et al* 1995, quienes determinaron el índice de valor de importancia a nivel de familia botánica, encontrándose que las familias más importantes identificadas por ellos, son las mismas a las que pertenecen las especies más importantes del bosque secundario de Villa Mills.

Se debe resaltar, la coincidencia que se presenta, entre las especies más importantes encontradas por Orozco (1991b), al estudiar seis comunidades boscosas primarias de la Cordillera de Talamanca y las definidas como principales para este bosque secundario. Estas especies son: roble (*Q. copeyensis*), arrayán (*Weinmannia sp.*) ratoncillo (*G. myricoides*), encino (*Q. costaricensis*) y chile muela (*D. granadensis*). Esta coincidencia, se presenta principalmente para las comunidades Villa Mills 2 (2700 msnm) y Asunción - Encierro (2850 msnm) (Orozco 1991b), lo cual parece indicar que los bosques secundarios de altura se regeneran con las mismas especies que dominan en los bosques primarios, sin pasar por las típicas etapas sucesionales que ocurren en los bosques húmedos tropicales.

6.3.3 Efecto del raleo sobre la estructura horizontal del bosque secundario.

En el Anexo 6, se presentan las distribuciones diamétricas para el número de árboles y área basal por hectárea por especie y medición.

En el bosque testigo, las especies con mayor peso ecológico tienen representación en prácticamente todas las clases de diámetro, la excepción la hace chile muela (*D. granadensis*) que en la primera medición no tiene individuos en la clase de 35 a 39.9 cm dap. En las mediciones posteriores, las especies principales tienen representantes en todas las clases diamétricas. En el bosque tratado, el encino (*Q. costaricensis*), es la única especie que está representada en todas las clases de tamaño, siendo la especie dominante. En ambos bosques, el grupo de otras especies no comerciales (OESPNC), en ninguna de las mediciones efectuadas, supera la clase diamétrica de 25 a 29.9 cm, lo que parece indicar que no llegan a ocupar posiciones superiores en el dosel (Anexo 6).

El bosque testigo y el tratado, presentan un cambio creciente en el número de individuos y área basal por clase diamétrica. La forma de la curva del número de individuos por hectárea es la de J invertida, la cual se manifiesta desde la primera medición y se mantiene en las mediciones posteriores. El área basal por hectárea (m^2/ha), para el

bosque testigo, presenta un comportamiento similar durante la primera y segunda medición, pero a partir de la tercera medición, se inicia una diferenciación, concentrándose el área basal en las clases de diámetro superiores ($dap \geq 30$ cm). Sin embargo, el área basal, en el bosque tratado, muestra cambios más marcados de una medición a otra, disminuyendo a su vez la diferencia con respecto al bosque testigo. Este cambio, se observa a partir de la segunda medición, mostrando ésto, que el raleo aplicado favoreció el crecimiento del bosque tratado, permitiendo que el área basal se concentre en los individuos más grandes (Figura 3 y 4 y Anexo 7). Una prueba de χ^2 , permitió probar que el bosque testigo y el tratado a la primera y tercera medición, siguen la misma distribución diamétrica ($\chi^2 = 2.6, P > \chi^2 = 0.7$ y $\chi^2 = 2.8, P > \chi^2 = 0.8$ respectivamente). Por lo tanto el raleo efectuado, no afectó la estructura del bosque secundario tratado.

Para el bosque tratado, por no conocerse el estado de las parcelas antes del tratamiento, ni el área basal removida, solo se puede suponer que la estructura que presenta en la primera medición es consecuencia del raleo efectuado.

Comparando en número de árboles y área basal inicial del bosque testigo con el número de árboles y área basal de la segunda medición del bosque tratado, se puede concluir que el tratamiento efectuado permitió una rápida recuperación del área basal y del número de árboles extraídos, pues éstos valores ya superan a los del testigo, asumiendo, que los valores del bosque testigo en la primera medición corresponden también a los del bosque tratado antes de la aplicación del tratamiento (Cuadro 7).

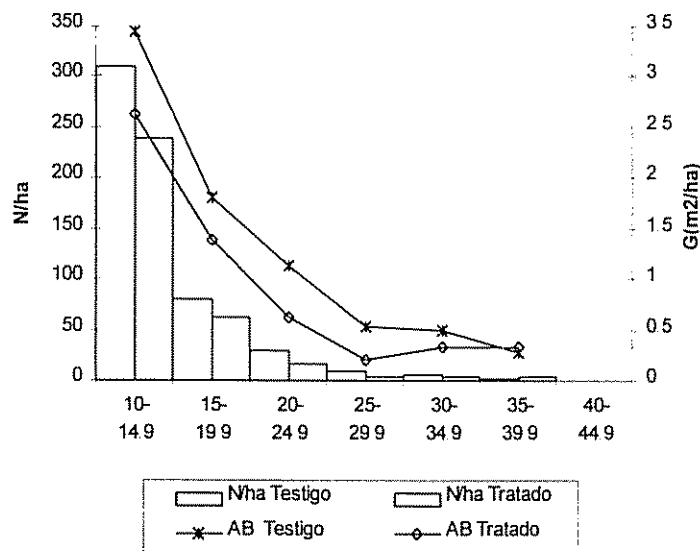


Figura 3. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) y área basal (m²/ha) por tratamiento, para la primera medición del bosque secundario de Villa Mills.

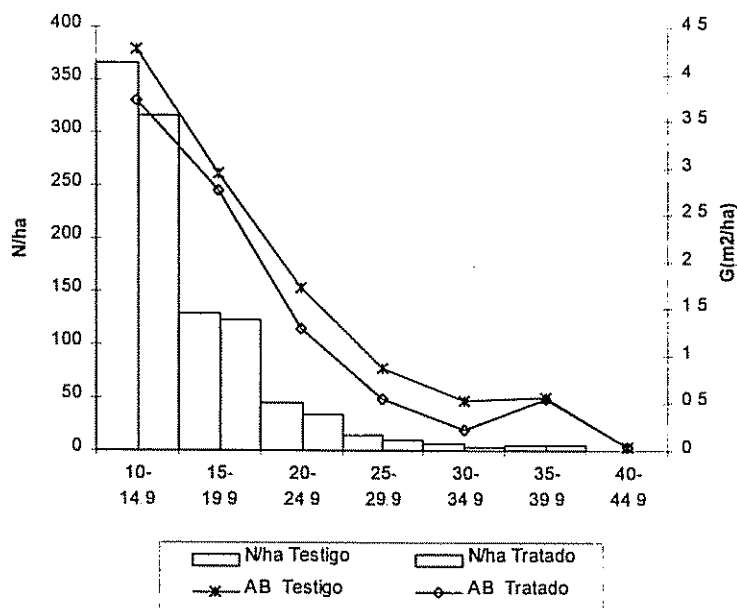


Figura 4. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) y área basal (m²/ha) por tratamiento, para la tercera medición del bosque secundario de Villa Mills.

6.4 Efecto del raleo sobre las variables silviculturales.

La descripción de los códigos utilizados para la evaluación de las variables silviculturales y su significado, se presenta en el Anexo 2.

6.4.1 Iluminación de copa

Tanto en el bosque testigo como en el tratado, la mayor proporción de individuos, presentan clases de iluminación de copas 2 y 3 (89% y 94 % respectivamente. Cuadros 12 y 14), concentrándose también en estas categorías el 90% y 94% del área basal correspondiente a cada uno de los bosques. Este comportamiento se mantiene a nivel de las principales especies del bosque secundario y de las otras especies comerciales y no comerciales (Cuadros 13 y 15) . La clase de iluminación de copa 2, agrupa a la mayoría de los individuos, con un 67% para el bosque testigo contra un 82% en el bosque tratado. Esto significa que la mayoría de los árboles, tienen ubicadas sus copas, en una posición que les permite captar la máxima cantidad de luz disponible, así como

que el bosque secundario es muy homogéneo en la altura del dosel, dado el alto porcentaje de individuos con plena iluminación vertical.

De acuerdo con lo anterior y a lo observado en el campo, el bosque secundario de Villa Mills, está compuesto principalmente por árboles que son codominantes, cuyas copas se juntan, considerándose necesario estudiar la posibilidad de efectuar una segunda intervención, para reducir la competencia lateral.

Se debe mencionar que el bosque testigo, presenta una proporción menor de árboles en clase de iluminación 2 y una mayor proporción de árboles en clase de iluminación 3, en comparación con el bosque tratado. La prueba χ^2 de independencia, mostró que la iluminación de copa no es independiente del tratamiento ($\chi^2=39.5$, $P>\chi^2=0.0$), lo que permite concluir, que el tratamiento mejoró las condiciones de iluminación bajo las cuales crecen los árboles en el bosque tratado, tanto para las especies comerciales como para las no comerciales.

Cuadro 12. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de iluminación de copa para el total del bosque testigo (dap \geq 10 cm).

Clase de iluminación	Totales		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	9	0.3	2	3
2	383	8.1	67	72
3	130	2.1	23	19
4	32	0.5	6	4
5	17	0.3	3	3
6	2	0.02	0	0
Total	573	11.2	100	100

Cuadro 13. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de iluminación de copa para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap≥10 cm).

Clase de iluminación	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Weinmannia sp</i>		<i>Drymis granadensis</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	2	1	1	1	3	6			3	3	1	4
2	209	71	46	63	42	84	23	53	45	52	17	65
3	63	21	19	26	4	8	14	33	24	27	5	19
4	14	5	4	6			4	9	8	9	2	8
5	5	2	3	4	1	2	2	5	6	7	1	4
6	1	0							1	1		
Total	294	100	73	100	50	100	43	100	87	100	26	100

OESPC: Otras especies comerciales

OESPNC: Otras especies no comerciales

Cuadro 14. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea por clase de iluminación de copa para el total del bosque tratado (dap ≥ 10 cm).

Clase de iluminación	Totales		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	13	0.3	3	3
2	405	8.1	82	85
3	58	0.9	12	9
4	12	0.2	2	2
5	6	0.1	1	1
6	1	0.0	0	0
Total	495	9.5	100	100

Cuadro 15. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de iluminación de copa para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap≥10 cm).

Clase de iluminación	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Drymis granadensis</i>		<i>Weinmannia sp.</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	3	1	1	1	1	3	4	13	3	5	1	6
2	213	84	96	87	24	69	26	81	35	71	11	69
3	29	12	10	9	8	23	2	6	8	16	2	13
4	5	2	2	2	1	3			2	4	1	6
5	2	1	1	1	1	3			2	4	1	6
6	1	0										
Total	253	100	110	100	35	100	32	100	49	100	16	100

OESPC: Otras especies comerciales. OESPNC: Otras especies no comerciales.

6.4.2 Forma de copa.

Los cuadros 16 y 17, muestran cual es la forma de la copa más común que se presenta tanto nivel del bosque testigo como en el tratado. Así, se tiene que las formas de copas más comunes son la "buena" y la "tolerable", en las cuales se concentra, respectivamente, el 40% y el 46% de los árboles en el bosque testigo y el 57% y el 33% en el bosque tratado. Además, en estas mismas categorías se concentra el 87% y el 89% del área basal por hectárea del bosque testigo y tratado respectivamente. Como se puede observar el bosque tratado presenta un mayor porcentaje de individuos copas buenas y una menor proporción de individuos con copas tolerables, indicando ello que el tratamiento favoreció el desarrollo de mejores copas. La prueba de χ^2 de independencia para la distribución de la forma de copa, indica que ésta asociada al tratamiento en que se ubican los árboles ($\chi^2= 29.5$, $P>\chi^2=0.0$).

A nivel de las especies principales, y de otras especies comerciales y no comerciales, la distribución de la forma de copa, mantiene la misma tendencia general del bosque tanto en el testigo como en el tratado. Sin embargo, el *Q. copeyensis*, es la única de las especies principales, que mantiene una mayor proporción de sus individuos con forma de copa "buena" tanto en el bosque testigo como en el tratado, situación que también presenta con respecto a la iluminación de copa, lo cual parece indicar que esta especie siempre trata de estar en las condiciones más favorables para su crecimiento.

Se debe destacar, que en ambos bosques, tan solo un 1% del número de árboles, presentan copas "perfectas". Estos árboles por lo general se encuentran en las áreas abiertas de las parcelas de muestreo (Anexo 1).

En conclusión, tanto el bosque testigo como el tratado, presentan porcentajes muy favorables sus miembros con formas de copa "buena" y "tolerable". Sin embargo, el bosque tratado presenta una mayor proporción de individuos con mejor calidad de copas, producto del raleo aplicado. Esto ha de incidir sobre su mejor tasa de crecimiento, ya que la calidad de la copa en relación con el tamaño y estado de desarrollo del árbol está correlacionado con su incremento y su incremento potencial (Synnott 1991).

Cuadro 16. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según forma de copa para el total del bosque testigo. (dap \geq 10 cm).

Forma de copa	Totales		Porcentaje	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
Perfecta	4	0.1	1	1
Buena	232	4.9	40	44
Tolerable	262	4.9	46	43
Pobre	65	1.1	11	10
Muy pobre	11	0.3	2	3
Total	573	11.2	100	100

Cuadro 17. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de copa, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap \geq 10 cm).

Forma de copa	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Weinmannia sp.</i>		<i>Drymis granadensis</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
Perfecta	2	1							2	2		
Buena	115	39	43	59	12	24	17	40	30	35	15	58
Tolerable	140	47	26	35	33	65	22	50	35	40	7	26
Pobre	35	12	4	6	3	6	4	8	17	19	2	9
Muy pobre	3	1			2	4	1	1	4	4	2	7
Total	294	100	73	100	50	100	43	100	87	100	26	100

Cuadro 18. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de copa para el total del bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Forma de copa	Totales		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G(m ² /ha)
Perfecta	5	0.1	1	1
Buena	281	5.7	57	61
Tolerable	164	2.7	33	28
Pobre	39	0.8	8	8
Muy pobre	6	0.2	1	2
Total	495	9.5	100	100

Cuadro 19. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de copa, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Forma de copa	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Drymis granadensis</i>		<i>Weinmannia sp.</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
Perfecta	4	2	1	1								
Buena	144	57	75	68	15	42	17	54	20	40	11	67
Tolerable	83	33	29	27	18	50	12	38	20	40	2	12
Pobre	21	8	4	4	3	7	2	5	8	16	2	14
Muy pobre	2	1	1	1	0	1	1	3	2	3	1	6
Total	253	100	110	100	35	100	32	100	49	100	16	100

OESPC: Otras especies comerciales OESPNC: Otras especies no comerciales.

6.4.3 Forma de fuste.

La calificación de la forma del fuste, brinda una idea de la calidad comercial del bosque con que se está trabajando. Synnott (1991), indica que la forma de fuste, puede no estar estrechamente correlacionada con los incrementos, excepto en los extremos de mala forma.

El 95% y 98% de los fustes del bosque testigo y tratado, respectivamente, se distribuyen en las clases de fuste 2, 3 y 4, concentrándose el 45% en la clase de fuste 3 "torcido o deformado". Sin embargo, en el bosque tratado, la forma de fuste 2 "ligeramente torcido", reúne el 42% de los individuos y la clase de fuste 4 se reduce a un 11%, lo cual contrasta con el 22% que presenta el bosque testigo. Esto muestra, que el tratamiento favoreció la calidad de los fustes presentes en el bosque tratado, mejorándose el potencial productivo del bosque (Cuadros 20 y 22). La prueba de χ^2 de independencia, para la distribución de la forma de fuste, indica que ésta depende o está asociada al tratamiento, en que están los árboles medidos ($\chi^2=26.9$, $P>\chi^2=0.0$). Con respecto al área basal, en el bosque testigo el 74% está concentrada en las clases de fuste 2 y 3, mientras que en el bosque tratado en estas mismas clases se concentra el 85% de la misma.

El bosque testigo al igual que el tratado, presentan un considerable porcentaje de árboles clasificados como fustes 3, que solo ofrecen trozas cortas de menos de 4 metros de largo. La alta acumulación de individuos en la categoría de forma de fuste 3, se debe a la presencia de daños causados por animales y que al momento de establecer el ensayo no se detectaron, impidiendo su evaluación oportuna. Estos árboles deben ser considerados como candidatos al raleo, en una futura intervención.

Las especies principales, y las otras especies comerciales y no comerciales, del bosque testigo y tratado siguen una distribución similar a la que presenta cada uno de los bosques como un todo. Solo el grupo de las especies no comerciales, en el bosque tratado, tiende a acumular a los individuos en las clases de fuste menos deseables comercialmente. Esto era de esperar, pues el tratamiento estaba dirigido a favorecer a las especies comerciales del bosque secundario (Cuadros 21 y 23).

En conclusión, el tratamiento aplicado, mejoró la calidad y el potencial productivo del bosque, al favorecer a los individuos con formas de fuste comercialmente deseables.

Cuadro 20. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de fuste, para el total del bosque testigo ($d_{ap} \geq 10$ cm).

Forma de fuste	Total		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	20	0.3	3	3
2	173	3.0	30	27
3	259	5.2	45	47
4	117	2.5	20	22
5	5	0.2	1	2
Total	573	11.2	100	100

Cuadro 21. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap \geq 10 cm).

Forma de fuste	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Weinmannia sp.</i>		<i>Drymis granadensis</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	10	3					3	6	2	2	4	17
2	99	34	17	23	13	26	15	34	19	22	11	42
3	143	48	38	52	22	45	17	38	33	38	6	25
4	42	14	19	26	14	27	8	18	31	35	4	15
5	1	0			1	2	1	3	2	2		
Total	294	100	73	100	50	100	43	100	87	100	26	100

OESPC: Otras especies comerciales

OESPNC: Otras especies no comerciales

Cuadro 22. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según clase de forma de fuste, para el total del bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Forma de fuste.	Total		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	11	0.2	2	2
2	206	3.8	42	40
3	222	4.3	45	45
4	54	1.1	11	12
5	2	0.1	0	1
Total	495	9.5	100	100

Cuadro 23. Distribución del número de árboles por hectárea según clase de forma de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Forma de fuste	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Drymis granadensis</i>		<i>Weinmannia sp.</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	6	2	1	1	2	5					1	8
2	117	46	44	40	17	49	11	34	10	20	7	43
3	113	45	52	48	12	33	16	50	24	48	5	35
4	16	6	12	11	5	14	4	14	15	31	2	10
5	1	0									1	4
Total	253	100	110	100	35	100	32	100	49	100	16	100

OESPC: Otras especies comerciales. OESPNC: Otras especies no comerciales

6.4.4 Altura de la bifurcación

El bosque testigo, presenta un 47 % de individuos que se bifurcan después de los 4 metros de altura, en tanto que el tratado, el 65% de los individuos, presentan este tipo de bifurcación, correspondiendo a árboles de un solo eje (clases 1, 2, 3). De este porcentaje un 23% en el testigo y 28% en el bosque tratado, corresponden a árboles sin bifurcación (clase 1), 3% y 4% a árboles bifurcados a partir de los ocho metros de altura o bien en el tercio superior del árbol (clase 2) y un 21% contra un 33% en el bosque tratado, bifurcados a partir del segundo tercio del árbol dejando solo la primera troza libre (clase 3)(Cuadro 24 y 26).

Las especies principales en el bosque testigo, así como las especies agrupadas como OESPNC, tienden a acumular a la mayoría de sus individuos en las clases de bifurcación 4 y 5, que corresponden a árboles que no dan una troza libre de 4 metros o que están bifurcados antes de 1.30 m, en dos o más ejes. Estas mismas especies, excepto las OESPNC, en el bosque tratado, tienden a concentrarse en las clases 1, 2 y 3, quedando en posición de ofrecer al menos una troza de 4 metros de largo, lo que equivale a un promedio 287 árboles por hectárea (Cuadros 25 y 27). Esto significa, que tanto en el bosque testigo como en el tratado se tiene más del 47 % de árboles con posibilidades de dar al menos una troza de 4 metros de largo mínimo. Este porcentaje, es mayor en el bosque tratado, lo cual nuevamente muestra que el tratamiento aplicado tendió a favorecer a los árboles de mejor forma, generándose un bosque de mejor calidad y con mayor potencial productivo. La prueba de χ^2 de independencia, indica que la distribución de la altura de la bifurcación está asociada al tratamiento ($\chi^2= 52.3$, $P > \chi^2=0.0$).

Cuadro 24. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para el total del bosque testigo (dap \geq 10 cm).

Altura bifurcación	Total		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	132	2.2	23	20
2	17	0.3	3	3
3	121	2.4	21	22
4	163	3.8	28	34
5	139	2.4	24	21
6	2	0.0	0	0
Total	573	11.2	100	100

1- Sin bifurcación; 2- Después de 8 m; 3- Entre 4 y 8 m. 4- Entre 1.30m y 4 m;- Antes de 1.30m; 6- Ejes múltiples, rebrotes del tocón.

Cuadro 25. Distribución del número de árboles por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque testigo (dap \geq 10 cm).

Altura de bifurcación	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Weinmannia sp</i>		<i>Drymis granadensis</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	59	20	11	16	12	24	11	25	26	30	13	52
2	13	5	1	1	2	4			0	0	1	4
3	88	30	10	13	11	21	3	6	7	8	3	11
4	71	24	27	37	11	23	15	35	34	39	4	15
5	63	21	24	33	14	28	14	33	20	23	4	17
6	1	0										
Total	295	100	73	100	50	100	43	100	87	100	25	100

Cuadro 26. Distribución del número de árboles y área basal por hectárea según altura de bifurcación de fuste, para el total del bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Altura de bifurcación	Total		Porcentaje (%)	
	N/ha	G (m ² /ha)	N/ha	G (m ² /ha)
1	138	2.4	28	25
2	22	0.5	4	5
3	162	3.2	33	34
4	126	2.7	26	29
5	47	0.7	9	8
6	1	0.0	0	0
Total	495	9.5	100	100

Cuadro 27. Distribución del número de árboles por hectárea según altura bifurcación de fuste, para las especies principales y otras especies comerciales y no comerciales. Bosque tratado (dap \geq 10 cm).

Altura de bifurcación	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Drymis granadensis</i>		<i>Weinmannia sp</i>		OESPNC		OESPC	
	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
1	61	24	30	27	13	37	11	35	15	31	8	51
2	18	7	3	3		0	1	2	0	1	0	2
3	109	43	28	25	6	16	10	31	7	14	3	19
4	56	22	34	31	10	30	7	23	15	31	3	21
5	9	4	16	14	6	18	3	8	12	24	1	8
6	0	0					0	0				
Total	253	100	110	100	35	100	32	100	49	100	16	100

1- Sin bifurcación; 2- Después de 8 m; 3- Entre 4 y 8 m; 4- Entre 1.30m y 4 m; 5- Antes de 1.30m; 6- Ejes múltiples, rebrotes del tocón.

6.4.5 Daños por animales.

Los daños por animales consisten principalmente en el desprendimiento de corteza, lo que ocasiona que la madera quede expuesta, facilitando el ingreso de patógenos que provocan la pudrición del fuste e incluso la muerte del árbol.

Este daño por animales, según se pudo indagar con el personal del Área Piloto de Villa Mills, tiene más de cinco años de haber ocurrido, e incluso se presume que ya estaba cuando se instalaron las parcelas de medición, pero no se consideró importante. El daño se presume es producido por ardillas o por puerco espines que se alimentan de la corteza, observándose en el pasado desechos y daños frescos, pero nunca al animal. Sin embargo y a raíz de las fuertes lesiones que se observaron en los árboles, especialmente en los del género *Quercus*, se trató de evaluar la presencia de los daños.

De acuerdo con Hilje (1992), entre las especies de los mamíferos que hay en el país, los roedores son los que pueden causar pérdidas en la producción agrícola o forestal, existiendo en Costa Rica 47 especies del orden Rodentia, distribuidos en ocho familias. Dentro de este orden se ubican las ardillas y los puerco espines, de las cuales las ardillas se clasifican como plagas permanentes confirmadas y el puerco espín como plaga ocasional confirmada (Hilje 1992).

Según la distribución que presentan las ardillas en Costa Rica, la especie *Sciurus granatensis*, es la que tiene mayor probabilidad de ser uno de los posibles agentes causante del daño, ya que la otra especie *S. variegatoides* tiene su ámbito de distribución hasta los 1800 msnm (Hilje 1992 y Nowak y Paradiso 1983, citados por Hilje 1992).

Asimismo, los hábitos alimenticios de las ardillas incluyen cualquier cosa que este disponible si sus alimentos preferidos escasean, entre los que se enumeran hojas tiernas, frutos suaves, flores y la corteza de los árboles. Son principalmente las hembras las que la consumen pues los machos se aprovechan de los alimentos que almacenan las hembras (Heaney 1991).

En cuanto al puerco espín la especie que se encuentra en Costa Rica es *Coendou mexicanum*, una especie arborícola, de hábitos nocturnos que durante el día vive en troncos o árboles huecos y durante la noche se mueve entre las copas de los árboles buscando su alimento. Se encuentra desde el nivel del mar hasta lo 3000 msnm (Moraga 1996; Vaughan 1980).

Se le ve más a menudo en el bosque caducifolio de Guanacaste, quizá porque las copas de los árboles son menos elevadas y la visibilidad es mejor que en los bosque pluviales perennifolios (Janzen 1991).

Coendou mexicanum, ramonea las ramas nuevas y come frutos y semillas, lo que requiere moverse entre las partes superiores y más débiles de las copas de los árboles (Janzen 1991). Sin embargo, Hilje *et al* (1991), menciona como plagas de los árboles forestales a *Coendou mexicanum* (puerco espín) en melina, *Dasyprocta punctata* (guatusa) en acacia, *S. granatensis* (ardilla) en ciprés, *S. variegatoides* (ardilla) en pochote y *Eucaliptus* y *Sigmodon hispidus* (rata de caña) en acacia, pochote y melina.

Se requiere investigar más detalladamente este punto, ya que los daños que se presentan en la corteza de los árboles del bosque secundario, afectan alrededor de un 25% de los árboles tanto el bosque testigo como del tratado, y con diferente grado de intensidad y localización. El 70% de los árboles dañados, presentan el fuste con algún grado de descortezamiento e intensidades que varían desde moderadas hasta extremadamente fuertes. Las lesiones en el fuste, se concentran en la parte más cercana a la base de la copa (posición de daño 3.1), afectando alrededor de un 50% de los árboles dañados (Cuadro 28 y 29).

La prueba de χ^2 , para la distribución del número de árboles por posición del daño, indica que no existe diferencia significativa entre el bosque testigo y tratado ($\chi^2= 3.7$, $P>\chi^2=0.71$). Esto era de esperar pues el daño por descortezamiento no fue considerado al aplicar el tratamiento. Asimismo, bajo la hipótesis de que la intensidad del daño es independiente de la posición en que se ubica, se obtuvo como resultado, que existe asociación entre la intensidad y la posición del daño en el árbol ($\chi^2= 38.3$, $P>\chi^2=0.0$ para el bosque testigo y $\chi^2= 47.6$, $P>\chi^2=0.0$ para el bosque tratado).

La mayor incidencia de daños del fuste cerca de la base de la copa, sugiere que el causante del daño tiene que ser un organismo capaz de moverse con facilidad por esta parte del árbol, condiciones que son cumplidas tanto por las ardillas (las cuales si se observan en el campo), como por el puerco espín (Cuadro 28 y 29).

Tanto en el bosque testigo como en el tratado, las especies con más porcentaje de árboles dañados, pertenecen al género *Quercus*. El 60% de los árboles que presentan algún grado de daño, pertenecen a la especie *Q. costaricensis* (Cuadro 30).

Cuadro 28. Distribución del número de árboles por hectárea según nivel de daño y posición del daño en el fuste. Bosque testigo. (dap \geq 10 cm)

Nivel de daño	Clase de daño		Posición del daño							Total
			1	2	3	3.1	3.2	4	5	
Sin daño	0 - 1	N/ha	420	0	0	0	0	0	0	420
		%	73	0	0	0	0	0	0	73
Moderado	0-24.9	N/ha	0	6	4	29	7	3	0	48
		%	0	1	1	5	1	0	0	8
Fuerte	25-49.9	N/ha	0	7	6	33	3	8	0	57
		%	0	1	1	6	1	1	0	10
Muy fuerte	50-74.9	N/ha	0	6	6	17	1	9	1	39
		%	0	1	1	3	0	2	0	7
Extremad. fuerte	75-100	N/ha	0	2	2	3	0	1	0	8
		%	0	0	0	1	0	0	0	1
Total		N/ha	420	20	17	82	10	20	2	572
		%	73	4	3	14	2	4	0	100

Posición de daño: 1- No se observó daño; 2- En las ramas de la copa; 3- En el fuste; 3.1- De la mitad del fuste a la base de la copa; 3.2- Primera mitad del fuste; 4- Fuste y ramas de la copa; 5- Todo el árbol

Cuadro 29. Distribución del número de árboles evaluados según nivel de daño y posición del daño en el fuste . Bosque tratado. (dap \geq 10 cm).

Nivel de daño	Clase de daño		Posición de daño							Total
			1	2	3	3.1	3.2	4	5	
Sin daño	0 - 1	N/ha	379	0	0	0	0	0	0	379
		%	77	0	0	0	0	0	0	77
Moderado	1-24.9	N/ha	0	9	3	25	9	3	0	48
		%	0	2	1	5	2	1	0	10
Fuerte	25-49.9	N/ha	0	6	5	18	3	3	0	35
		%	0	1	1	4	1	1	0	7
Muy fuerte	50-74.9	N/ha	0	2	5	11	1	6	0	25
		%	0	0	1	2	0	1	0	5
Extremad. fuerte	75-100	N/ha	0	1	1	2	0	3	0	7
		%	0	0	0	0	0	1	0	1
Total		N/ha	379	18	14	55	12	15	1	495
		%	77	4	3	11	3	3	0	100

Posición de daño: 1- No se observó daño; 2- En las ramas de la copa; 3- En el fuste; 3.1- De la mitad del fuste a la base de la copa; 3.2- Primera mitad del fuste; 4- Fuste y ramas de la copa; 5- Todo el árbol

Un análisis de regresión para el incremento anual promedio en diámetro, ocurrido entre la primera medición y 1996, en función de la clase de porcentaje de daño, arrojó como resultado que existe una tendencia lineal, en la cual conforme aumenta la intensidad del daño, la magnitud del incremento tiende a disminuir tanto en el bosque testigo como en el tratado. Para ambos bosques, el modelo de regresión lineal es significativo ($F=54.2$, $P> 0.0001$ y $F=6.65$, $P>0.037$), explicando, respectivamente, el 87.1% y el 48.7 % de la variación (Figura 5). De acuerdo con los modelos ajustados, el efecto del porcentaje de daño sobre el incremento es mayor en el bosque testigo que en el tratado, produciéndose una mayor reducción del incremento por cada aumento unitario del porcentaje de daño. Esto debido, posiblemente, al hecho de que al tener una mayor densidad y condiciones de crecimiento menos favorables, el bosque testigo no ha podido compensar el efecto del daño causado por los animales, lo cual si parece haber sucedido en el bosque tratado (Figura 5).

El efecto del daño sobre la calidad de la madera y sobre la mortalidad de los individuos en el bosque, probablemente, estará en relación con la amplitud de la lesión causada y el tiempo de exposición, lo cual deberá ser evaluado en próximas mediciones, así como su efecto sobre la producción total.

Cuadro 30. Distribución del número de árboles por hectárea según posición del daño, para las especies de *Quercus* del bosque testigo y tratado ($dap \geq 10$ cm).

Posición de daño	Bosque testigo				Bosque tratado			
	<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>		<i>Quercus costaricensis</i>		<i>Quercus copeyensis</i>	
	n/ha	% del total	n/ha	% del total	n/ha	% del total	n/ha	% del total
1	171	41	46	11	165	44	83	22
2	15	73	5	27	11	61	7	39
3	11	67	5	28	11	76	3	22
3.1	72	87	10	12	45	82	10	18
3.2	8	79	2	15	8	61	4	31
4	15	72	5	27	12	79	3	21
5	2	100		0	1	100		0
Total	294	51	73	13	253	51	110	22

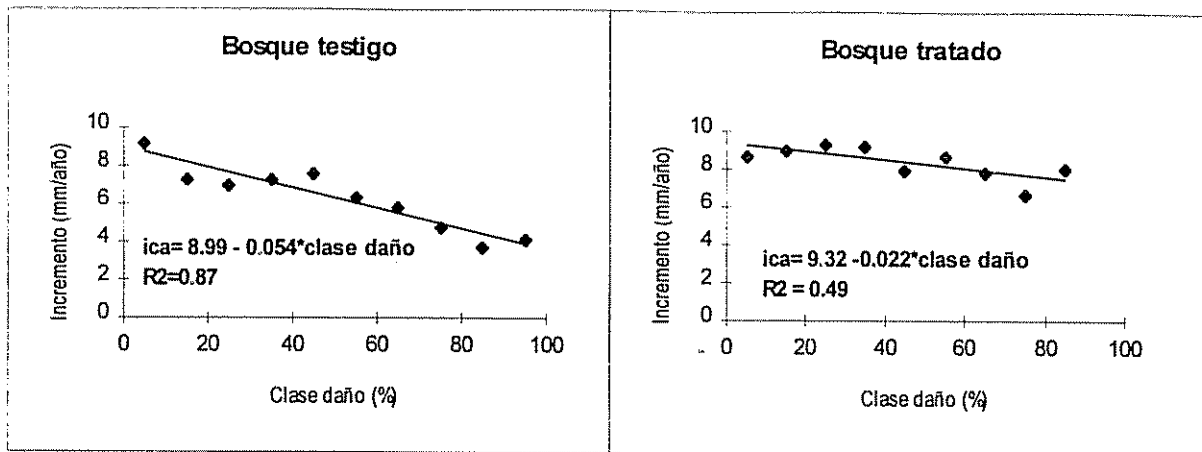


Figura 5. Modelos de regresión lineal. a) Bosque testigo b) Bosque tratado.

6.5 Efecto del raleo sobre el crecimiento del bosque.

El crecimiento de un bosque, como resultado de las respuestas fisiológicas a la interacción de los factores bióticos y abióticos del ambiente (Barros 1981), se cuantifica, generalmente, como el cambio ocurrido entre dos mediciones sucesivas. Al aplicarse un tratamiento silvicultural, se trata de actuar sobre algunos de los factores que influyen sobre el crecimiento, con el fin de provocar cambios mayores en su magnitud, y mejorar las condiciones de crecimiento de los individuos que presentan las mejores características, según los objetivos bajo los cuales se definió el tratamiento.

Para determinar si el raleo aplicado al bosque secundario de Villa Mills, tuvo efecto sobre el crecimiento de los árboles favorecidos, se realizaron análisis de varianza para los incrementos anuales en diámetro (mm/año) y en área basal (m²/año), para las cuatro mediciones disponibles y para incremento corriente anual para el período comprendido entre la primera medición y la medición de 1996, y denominado "incremento corriente anual final". Los cifras de incremento en área basal, para efecto de la presentación de los resultados, fueron convertido de metros cuadrados a centímetros cuadrados.

En el Anexo 4, se pueden observar en detalle los resultados de los análisis de varianza realizados.

Como se desprende de los análisis de varianza efectuados para el incremento corriente anual en diámetro y en área basal, desde el primer período de análisis (ica 1 e iab 1), se presenta una clara diferencia entre el crecimiento de los árboles en el bosque tes-

tigo versus el tratado. Esta diferencia, se mantiene durante el segundo período de análisis (ica 2 e iab 2) de manera significativa. A partir del tercer período de análisis (ica 3 e iab 3) la diferencia que existía entre los incrementos se reduce, volviéndose no significativa (Cuadro 31 y 32).

Se debe hacer notar que para el tercer periodo, el análisis de varianza solo contempla los cinco bloques que tienen cuatro mediciones consecutivas hasta 1996.

Como puede observarse, la tasa de crecimiento del bosque tratado es mayor que el del bosque testigo, para las dos variables, manteniéndose esta tendencia a través de todas los periodos de observación. Sin embargo, la magnitud del incremento tiende a disminuir con el tiempo en ambos tratamientos (Cuadros 31 y 32).

Cuadro 31. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en diámetro por árbol (mm/año) por periodo.

Tratamiento	ica 1	ica 2	ica 3
Testigo	6.2	5.9	4.2
Tratado	8.7	7.8	6.2
F	13.0	12.1	3.94
P>F	0.01	0.01	0.13

$\alpha = 0.05$

Cuadro 32. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en área basal por árbol(cm²/año).por periodo.

Tratamiento	iab 1	iab 2	iab 3
Testigo	15.2	14.6	12.0
Tratado	21.0	19.0	15.6
F	7.80	7.38	3.10
P>F	0.03	0.03	0.15

$\alpha = 0.05$

El análisis del incremento en un periodo largo, permite reducir el sesgo que pueden producir los errores de medición, ya sean estos a causa de la precisión de los instru-

mentos usados o debidos al error humano e incluso a los causados por la contracción de la corteza de los árboles o la defoliación de la misma, debido al aumento de sus dimensiones. Sin embargo, una desventaja de analizar el crecimiento ocurrido en un período largo, es que se ocultan las fluctuaciones que se dan en los incrementos de un año a otro, como se describió en los párrafos anteriores (Campos, J. 1997. Comunicación personal).

Cuadro 33. Resultado de la prueba F del análisis de varianza, para el efecto de tratamiento sobre el incremento promedio anual en diámetro (mm/año) y en área basal (cm²/año) por árbol, para el período entre la primera medición y 1996.

Tratamiento	icaf	iabf
Testigo	6.2	15.0
Tratado	8.5	20.6
F	12.5	7.86
P>F	0.01	0.03

$\alpha = 0.05$

Como se desprende del Cuadro 33, existe diferencia significativa entre las medias de tratamiento de los bosque testigo y tratado, tanto para el incremento en diámetro (icaf), como en área basal (iabf), lo cual corrobora lo encontrado en el análisis por periodos individuales comentado arriba.

La magnitud del incremento medio anual en diámetro para la totalidad del periodo es de 6.2 mm/año para el bosque testigo y de 8.5 mm/año para el bosque tratado. Para el área basal, el incremento es del orden de 15 cm²/ año para el testigo de 20 cm²/año para el bosque tratado.

De lo anterior se puede concluir que efectivamente un bosque secundario al cual se le ha practicado un raleo, aumenta su tasa de crecimiento en comparación con uno que se encuentra en estado natural. Sin embargo, esta mayor velocidad de crecimiento se mantiene por un periodo corto, ya que el efecto del raleo disminuye conforme aumenta el tiempo desde la aplicación del mismo.

El mejoramiento de las condiciones bajo las cuales crecen los árboles en un bosque los lleva a la utilización más eficiente de los recursos disponibles y por ende a acortar el tiempo de espera para lograr una cosecha.

Los incrementos encontrados son muy altos si se comparan con los hallados por Berner (1992), para un bosque primario en la misma zona de vida. Berner (1992), al estudiar el efecto de la pendiente sobre la dinámica estos bosques, encontró que el incremento medio anual de las 14 especies de árboles más abundantes y con $dap \geq 10$ cm presentaba un rango de 0.1 cm a 0.4 cm (1 mm a 4 mm). Entre las especies más abundantes se citan al *Q. copeyensis*, *Q. costaricensis*, *Weinmannia pinnata*. También encontró que para muchas especies, el incremento medio anual tendía a incrementar con la pendiente.

Gingrich (1971), al estudiar los bosques de la tierras altas (upland oak forest) del estado de Ohio (EEUU), encontró que los robles (varias especies de *Quercus*) en un rodal de 30 años de edad y 10 pulgadas (25 cm) de diámetro a la altura del pecho, tienen un incremento anual en diámetro de 0.32" (8 mm/año) y que para un rodal de 50 años y de igual área basal el incremento en diámetro se reduce a la mitad. Asimismo, indica que cuando los robles jóvenes de menos de 30 años son liberados a través de un raleo, responden casi inmediatamente ocupando el espacio disponible y que conforme aumenta la edad, la repuesta en crecimiento del diámetro se muestra hasta 2 o 3 años después del raleo. Los valores de incremento dados por Gingrich (1971), son muy similares a los obtenidos del bosque tratado, aquí analizado, y confirman el efecto positivo del raleo sobre el crecimiento del bosque secundario.

La disminución de la tasa de crecimiento conforme aumenta el tiempo después del raleo, se produce debido a que aumenta la densidad del bosque y a que las condiciones favorables logradas con el raleo se reducen, siendo cada día más parecidas a las que presenta el bosque testigo.

Para visualizar el efecto del raleo sobre el crecimiento, se asumió que el número de árboles por hectárea de las parcelas testigo reflejan el número de individuos que originalmente existía en las parcelas tratadas. Como se puede observar en el Cuadro 7, el número de árboles por hectárea de las parcelas tratadas en la primera medición era de 327, con un área basal de 5.5 m²/ha. Conforme aumentó el tiempo desde la intervención, el número de árboles por hectárea y el área basal también aumentaron, debido tanto al crecimiento propio de los árboles existentes, como al ingreso de nuevos individuos que alcanzaron el diámetro mínimo de medición ($dap \geq 10$ cm). Esta mayor densidad provoca un mayor estrés entre los individuos, reduce el espacio vital disponible y aumenta el nivel de competencia por los recursos.

El bosque tratado a la segunda medición, ya había alcanzado el mismo nivel de árboles que el bosque testigo a la primera medición y el área basal superaba el nivel inicial en un 3.5%. A la cuarta medición esta diferencia en área basal llegaba al 20% más con respecto a la primera medición (Cuadro 7).

Así se puede concluir que efectivamente, la razón de que la tasa de crecimiento en diámetro o en área basal se esté reduciendo radica en el aumento de la densidad como consecuencia del crecimiento del bosque.

Hutchinson y Wadsworth (1995), encontraron para un bosque secundario húmedo tropical, que la reducción de la densidad estimuló la entrada de árboles jóvenes y que después de siete años de efectuado el tratamiento, el número de árboles mayor o igual a 10 cm dap. alcanzó de nuevo el nivel inicial.

En nuestro caso, esto ocurre en un tiempo máximo de 3.3 años, debido posiblemente a que la intensidad del raleo fue baja y al efecto de la cantidad de áreas de charral que presentan las parcelas estudiadas.

6.6 Clasificación de las especies según su tasa de crecimiento

A través del análisis de conglomerados y discriminante, se agruparon las especies del bosque secundario de Villa Mills por su tasa de crecimiento anual.

En total, se clasificaron 21 especies que cumplieron con el requisito de tener al menos tres individuos por tratamiento. De estas especies, 18 son árboles, 2 son arbustos y una epífita (Blaser 1990 y Heywood, sf). De las especies arbóreas, 10 son potencialmente comerciales (Blaser 1990; Jiménez y Morera 1996); dentro de este grupo se encuentran las cuatro especies más importantes presentes en el bosque secundario.

Las especies *Symplocos serrulata*, *Clusia major* y *Prunus cornifolia*, solo están presentes en uno de los tratamientos, lo que no permite obtener conclusiones sobre la relación de su crecimiento al tratamiento, por lo que en los comentarios y conclusiones no son consideradas.

Como resultado del análisis se obtuvo, que tres grupos era lo adecuado para reunir las especies por su tasa de crecimiento, contemplando cada uno, dentro de sí, a las especies que presentan gran similitud en cuanto a su velocidad de crecimiento.

Partiendo del bosque testigo, el grupo 1 está constituido por 7 especies, de las cuales 2 son comerciales; el grupo 2 lo forman 11 especies, 6 con valor comercial; y el grupo 3 lo forman 2 especies, ambas comerciales. En cuanto a las especies más importantes del bosque secundario, el encino (*Q. costaricensis*), el arrayán (*Weinmannia sp.*) y el chile muela (*D. granadensis*) se ubican en el grupo 2, y el roble (*Q. copeyensis*) en el grupo 3.

Con base en las características de los grupos formados y tomando como referencia al incremento mediano promedio, el grupo 1, definido como **lento**, crece a un ritmo cuatro veces menor que el grupo 3, definido como **rápido** y más de 2 veces menos que el grupo 2, definido como de crecimiento **moderado**. Asimismo, el grupo 2, crece 2 veces

más lento que el grupo 3. Las estadísticas descriptivas para cada grupo así formado, se presentan en el Cuadro 34.

En el Cuadro 35, se presenta un resumen del número de especies que permanecen y cambian de grupo de velocidad de crecimiento por efecto del tratamiento. Del total de especies, un 55% permanecen sin cambio, un 10% tienen una reacción negativa a una mayor entrada de luz y reducen su tasa de crecimiento y un 25% aumentan su velocidad de crecimiento a causa del tratamiento. Una posible explicación para el comportamiento de algunas especies puede ser que el número de individuos empleado para estimar su crecimiento fue muy pequeño, requiriéndose una muestra mayor que permita estimar con más precisión los valores de las variables clasificatorias.

A nivel de especies comerciales, un 70% no cambian de grupo, y un 20% reacciona positivamente al cambio ocurrido. Que el 70% de las especies comerciales sean clasificadas en el mismo grupo de velocidad de crecimiento a nivel de bosque testigo y tratado, no significa que el tratamiento no las haya beneficiado, sino que las características que presentan las variables de clasificación no dan un grado de diferenciación suficiente como para clasificarlas en grupos diferentes, debido también a la posibilidad de que la intensidad de tratamiento aplicado no fuera la adecuada para estas especies (Cuadro 36).

Por ejemplo, chile muela (*D. granadensis*) tiene un incremento mediano de 3.6 mm/año en el bosque testigo y de 5.1 mm/año en el tratado; arrayán (*Weinmannia sp.*), tiene un incremento mediano de 3.5 mm/año en el bosque testigo y de 5.2 en el bosque tratado, o sea que estas dos especies crecen un 42% más rápido en el bosque tratado (Cuadro 36 y 37). Sin embargo, existen especies como títora (*Cleyera theaeoides*), una especie comercial, que no reaccionó favorablemente al tratamiento, ya que a nivel del bosque tratado también es clasificada en el grupo de lento crecimiento y su incremento mediano es de 0.6mm en ambos casos.

Así se puede concluir que en el bosque secundario de Villa Mills, existen tres grupos de velocidades de crecimiento, donde se agrupan las especies que crecen a diferente ritmo, dependiendo en primera instancia, de si se encuentran dentro del bosque testigo o tratado, o en otras palabras dependiendo de las condiciones ambientales las cuales se están desarrollando y de su capacidad para adaptarse a diferentes niveles de competencia. En la Figura 6, se puede observar como se agruparon las especies de acuerdo con las variables clasificatorias empleadas.

Estos resultados son muy alentadores, si recordamos que Berner (1992), encontró para el bosque primario de altura incrementos en diámetro del orden de 1 a 4 mm/año (incremento promedio).

Cuadro 34. Estadísticas descriptivas de los grupos formados según las variables de clasificación.

Grupo de crecimiento : lento					
<i>Grupo 1</i>					
Variable	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
Q1	11	0	1.6	0.7	0.5
Mediana	11	0.5	3.1	1.8	0.9
Q3	11	0.8	4.5	3.1	1.1
Grupo de crecimiento : moderado					
<i>Grupo 2</i>					
Variable	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
Q1	20	0.5	5.4	2.4	1.4
Mediana	20	2.5	6.0	4.3	1.0
Q3	20	4.8	10.5	7.1	1.5
Grupo de crecimiento : rápido					
<i>Grupo 3</i>					
Variable	N	Mínimo	Máximo	Promedio	Desv. Est.
Q1	8	0.8	10.6	6.4	3.2
Mediana	8	2.1	13.0	8.6	3.2
Q3	8	9.5	19.5	13.1	3.8

Nota: Mediana del incremento corriente anual (ICA) (mm/año); Q1: cuartil 1 del ICA; Q3: cuartil 3 del ICA

Cuadro 35. Número de especies del bosque testigo que permanecen o pasan a otro grupo de crecimiento.

Grupo	Testigo(1)	permanecen	pasan a 1	pasan a 2	pasan a 3
1	7	3		2	2
2	11	6	2		1
3	2	2			
Total	20	11	2	2	3
%	100	55	10	10	15

(1) : El cuadro no incluye a tres especies por no tener contraparte en el otro tratamiento.

Cuadro 36. Número de especies comerciales del bosque testigo que permanecen o pasan a otro grupo de crecimiento.

Grupo	Testigo (1)	permanecen	pasan a 1	pasan a 2	pasan a 3
1	2	1		1	
2	6	4			1
3	2	2			
Total	10	7		1	1
% del total	100	70		10	10

(1) : El cuadro incluye a dos especies , por no tener contraparte en el otro tratamiento.

En el Cuadro 37 y Figura 6, se presenta para cada especie, las características de las variables utilizadas, el tratamiento a que pertenece, su forma adulta, valor comercial y el grupo en el cual fue ubicada. También muestra las especies que cambian de grupo como consecuencia del tratamiento aplicado, como es el caso del cipresillo (*Podocarpus oleifolios*), que pasa del grupo de lento crecimiento, en el bosque testigo, al grupo de moderado crecimiento en el bosque tratado, duplicando su tasa de crecimiento. El cipresillo, sin tratamiento, presenta un incremento mediano en diámetro de 2 mm/año y tratado de 4.7 mm/año (Cuadro 37). Es una especie que puede alcanzar hasta más de un metro de diámetro, pero que tiene la desventaja de poseer, por lo general mala forma. En el bosque secundario, el cipresillo, del bosque tratado, tiene sus copas en posición emergente y en plena iluminación vertical; con formas de copa principalmente buenas (clase 2), mientras que en el bosque testigo, sus individuos se distribuyen en todas las categorías de iluminación de copa y formas de copa, principalmente "tolerable" (clase 3).

La especies que se mantienen en el mismo grupo de moderado crecimiento, tanto en el bosque testigo como en el tratado son: arrayán (*Weinmannia sp.*), chile muela (*D. granadensis*), ira rosa (*Ocotea austinii*) todas con valor comercial; las otras especies son curá (*V. costaricanum*) y salvia (*Aegiphila odontophylla*) sin valor comercial. Las especies comerciales que permanecieron constantes, tienen iluminación de copa plena vertical en más de 50% de sus individuos tanto en el bosque testigo como en el tratado (cuadros no. 13 y 15), pero más del 50% presentan formas de copa apenas "tolerable" en el bosque testigo y en el tratado solo *Weinmannia sp.* tiene poco más el 50% de sus individuos con forma de copa "buena". Parece, que estas especies están invirtiendo los recursos que captan en generar una mejor copa para luego crecer en diámetro.

El encino (*Q. costaricensis*), fue la única especie que cambió del grupo de moderado crecimiento hacia el grupo rápido. Esta especie es dominante en el bosque secundario; y tanto en el testigo como en el tratado, presenta más del 70% de sus individuos en iluminación de copa plena superior (Cuadro 13 y 15). El efecto favorable del tratamiento se puede apreciar en la forma de la copa de los árboles del bosque tratado, ya que en este bosque existe más del 50% de los árboles de encino con formas de copa buena, mientras que en el bosque sin tratar solo el 39% presentan esta característica, concentrándose un 47% de los individuos en la clase de copa 3 o tolerable. Esta mejor calidad de copa, provoca que los árboles favorecidos por el tratamiento aumenten su tasa de crecimiento y lleguen a ocupar el espacio disponible dejado por los árboles eliminados, permitiéndoles utilizar en forma más eficiente los recursos y por consiguiente aumentar su tasa de crecimiento. Así, en el bosque testigo la tasa de crecimiento mediano es de 6 mm y en el tratado de 7.8 mm/año; los valores de los cuartiles 1 y 3, también difieren, en cerca de 2 mm entre tratamientos. La diferencia entre los incrementos medianos, no es tan marcada debido a que ambos se encuentran muy cerca del valor máximo de la mediana definido para el grupo de crecimiento moderado (Cuadro 34 y 37).

El roble (*Q. copeyensis*) y el papayillo (*Schefflera pittieri*), son las únicas especies que tanto en el bosque testigo como en el tratado, se clasifican en el grupo de rápido, por lo que no se puede afirmar que fueran favorecidas por el raleo efectuado al bosque (Cuadro 37).

Blaser y Camacho (1991), clasifican al papayillo (*Schefflera pittieri*), como una especie de luz y Finegan (1995), indica que esta especie por sus características, corresponde a una heliófita durable, lo cual puede ser la razón de que crezca rápido en ambos bosques, pues siempre buscará ubicarse en los mejores lugares para obtener máxima disponibilidad de luz..

La capacidad fotosintética de la heliófitas durables es intermedia y el crecimiento rápido, con incrementos diamétricos anuales de hasta 2 a 3 cm (20 a 30 mm/año) (Finegan 1995). Los papayillos, en el caso del bosque testigo, tienen un valor de incremento mediano de 12.9 mm y el cuartil 3 de 14.8 mm/año, y en el bosque tratado,

presenta incrementos medianos de 10.9 mm y el cuartil 3 equivale a un incremento diamétrico anual de 17.9 mm., siendo estos valores cercanos a los mencionados por Finegan (1995).

En el caso del roble (*Q. copeyensis*), Blaser y Camacho 1991, califican a esta especie como de semiluz, lo cual equivale al gremio forestal de esciófitas parciales o sea especies que soportan la sombra pero que no la requieren y que son capaces de aumentar sus tasas de crecimiento al abrirse un claro en el dosel (Finegan 1995).

En el bosque testigo, el 63% de los individuos reciben plena iluminación vertical (Cuadro 13), y la forma de sus copas se encuentran en un 94% entre buenas y tolerables (Cuadro 17). En el bosque tratado, tiene un 87% de sus individuos recibiendo plena iluminación vertical (Cuadro 15), siendo la forma de las copas en un 95%, buenas y tolerables (Cuadro 19). Aparentemente, el tratamiento no favoreció el mejoramiento de la forma de la copa, pero si mejoró la exposición de las copas a la luz.

La dominancia que presenta esta especie desde el inicio del ensayo hasta la fecha y su posición codominante hace suponer que el tratamiento aplicado (raleo) no fue lo suficientemente fuerte como para provocar en ella una reacción que acelerara aun más su crecimiento. Otra explicación de la alta tasa de crecimiento, es que por ser una especie de semiluz y estar ubicada en una posición de dosel favorable, el roble (*Q. copeyensis*) está aprovechando al máximo los recursos disponibles. Sin embargo, la magnitud del incremento mediano, del cuartil 1 y 3, en el bosque tratado es mayor que en el testigo, mostrando una respuesta favorable al tratamiento aplicado.

Jiménez (1984), indica que *Q. copeyensis* es una especie que tolera poco la sombra, pues al estudiar su crecimiento encontró que culmina su crecimiento en altura, antes que el del diámetro, siendo este último ascendente, aún en edades avanzadas, como resultado de una mayor disponibilidad de luz, una vez que ha alcanzado el dosel superior del bosque.

Como resultado de la validación de los grupos formado, se encontró que todos los grupos difieren significativamente en cada una de las variables clasificatorias empleadas y que solo la especie zorrillo (*Solanum sp.*) del bosque tratado, que inicialmente había sido clasificada en el grupo de **moderado** crecimiento, fue reclasificada al grupo de **lento** crecimiento.

En el Anexo 7, se encuentra la información que valida los resultados del análisis de conglomerados.

Cuadro 37. Valores del incremento mediano en diámetro, cuartil 1 y cuartil 3, de las especies clasificadas por velocidad de crecimiento, según tratamiento y forma adulta.

Especie	Bosque testigo				Bosque tratado				Forma adulta		
	Velocidad de crecimiento	N	Cuartil 1	Mediana	Cuartil 3	Velocidad de crecimiento	N	Cuartil 1		Mediana	Cuartil 3
<i>Hedyosmum mexicanum</i>	LENTO	44	1.3	2.5	4.5	MEDIANO	12	2.9	3.5	7.6	arbolusto
<i>Beilschmeidia pendula</i>	LENTO	10	1.5	2.3	3.1	RAPIDO	7	7.4	8.4	10.5	arbol
<i>Podocarpus oleifolios *</i>	LENTO	10	0.4	2.0	3.7	MEDIANO	10	3.0	4.7	5.7	arbol
<i>Zanthoxillum melanostictum</i>	LENTO	6	0.6	3.1	4.0	LENTO	4	0.5	1.7	3.0	arbol
<i>Vaccinium consanguineum</i>	LENTO	8	0.5	0.5	1.5	RAPIDO	3	0.8	2.1	19.5	arbol
<i>Grammadenia myricoides</i>	LENTO	24	0.6	2.5	3.5	LENTO	16	1.6	2.9	4.2	arbol
<i>Cleyera theaoides *</i>	LENTO	5	0.3	0.6	0.8	LENTO	7	0.0	0.6	3.2	arbol
<i>Weinmannia sp. *</i>	MEDIANO	113	1.5	3.5	4.8	MEDIANO	67	3.3	5.2	7.4	arbol
<i>Clusia major</i>	MEDIANO	4	1.5	3.4	7.9	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	epífita
<i>Ilex sp.</i>	MEDIANO	3	1.0	3.2	7.2	LENTO	7	0.6	1.6	2.6	arbol
<i>Drymis granadensis *</i>	MEDIANO	99	2.1	3.6	5.2	MEDIANO	61	3.4	5.1	8.9	arbol
<i>Viburnum sp.</i>	MEDIANO	34	3.5	5.3	7.0	MEDIANO	12	5.4	6.1	7.3	arbol
<i>Quercus costaricensis *</i>	MEDIANO	705	4.1	6.0	8.2	RAPIDO	529	5.9	7.8	10.4	arbol
<i>Ocotea austini *</i>	MEDIANO	3	2.0	4.5	8.5	MEDIANO	7	0.5	3.6	6.8	arbol
<i>Prunus comifolia *</i>	MEDIANO	14	1.0	3.9	7.4	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	arbol
<i>Clethra molinae *</i>	MEDIANO	27	1.1	3.4	5.2	MEDIANO	15	3.7	5.8	8.9	arbol
<i>Aegiphila odontophylla</i>	MEDIANO	6	0.8	3.4	6.4	MEDIANO	7	4.2	4.7	10.5	arbol
<i>Solanum sp.</i>	MEDIANO	9	1.3	3.6	5.3	LENTO	8	2.0	2.5	6.0	arbolusto
<i>Schefflera pittieri *</i>	RAPIDO	19	10.2	13.0	14.8	RAPIDO	6	10.6	11.0	17.9	arbol
<i>Quercus copeyensis *</i>	RAPIDO	172	4.9	7.3	9.5	RAPIDO	224	6.6	9.4	11.6	arbol
<i>Symplocos serrulata</i>	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	RAPIDO	3	4.5	9.8	10.4	arbol

Nota: El asterisco (*) marca las especies identificadas como potencialmente comerciales por Blaser (1990). Las letras ND, indican que no hay información sobre la especie que permita comparar el comportamiento de la especie.

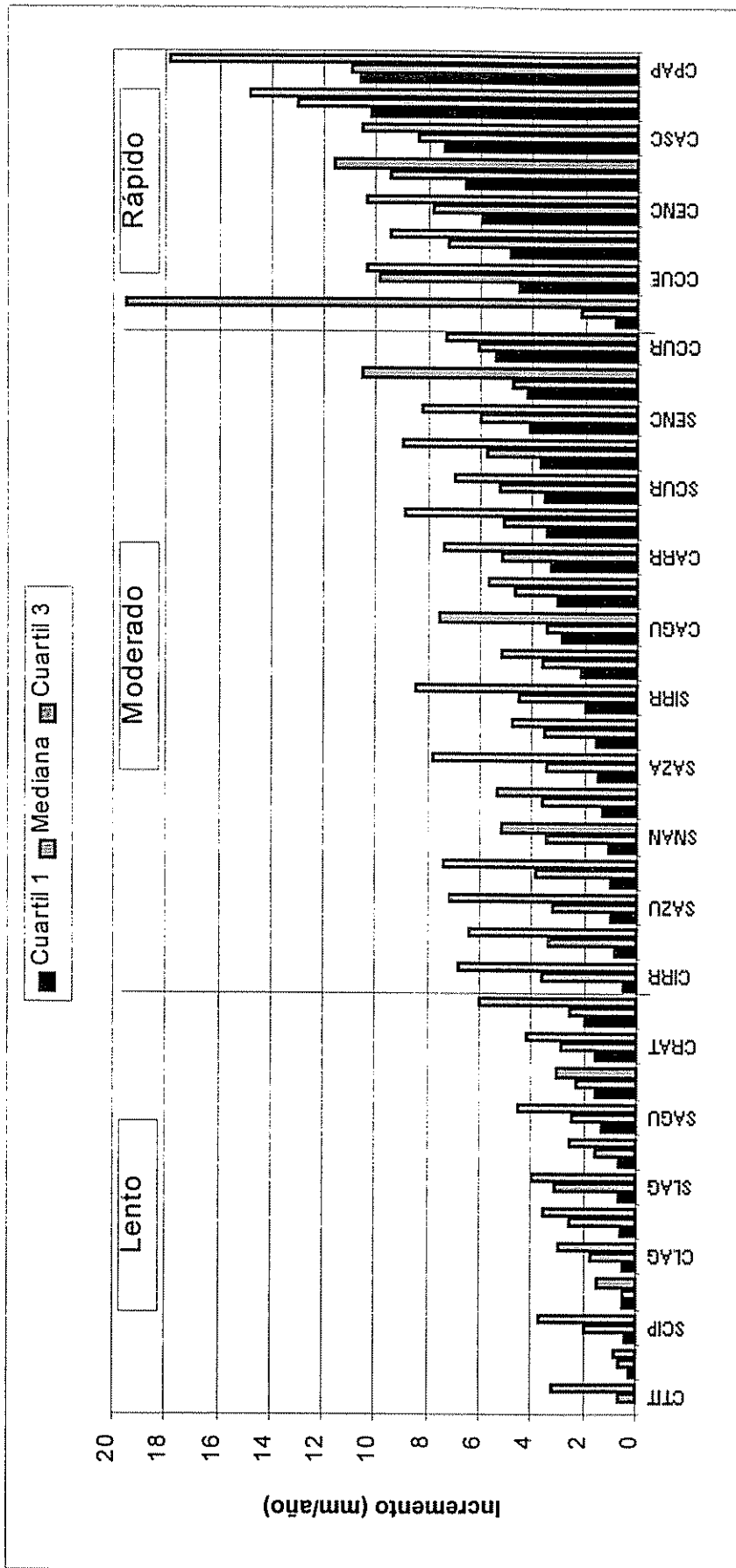


Figura 6. Clasificación de las especies del bosque secundario de Villa Mills, según su velocidad de crecimiento.

6.7 Mortalidad y reclutamiento.

Las tasas de mortalidad y de reclutamiento anual para el periodo comprendido entre la primera medición y 1996, para el bosque testigo y tratado, se presentan en el Cuadro 38.

La tasa de mortalidad para los individuos con $dap \geq 10$ cm del bosque testigo, alcanza su valor máximo en 1.1%. mientras que para el bosque tratado, la tasa máxima de mortalidad es de 0.5%, correspondiendo ambas, a la ocurrida en el bloque 3.

Cuadro 38. Tasas de mortalidad y reclutamiento por bloque para el bosque testigo y tratado ($dap \geq 10$ cm).

Bloque	Período	Rango del período (años)	Bosque testigo		Bosque tratado	
			Tasa ¹ de mortalidad anual (%)	Reclutas promedio anual	Tasa ¹ de mortalidad anual (%)	Reclutas promedio anual
1	1991- 1996	4.8	0.2	18	0	26
2	1992- 1996	3.7	0.2	19	0	25
3	1992- 1996	3.8	1.1	15	0.5	20
4	1992- 1996	3.8	0.2	19	0	14
5	1991- 1996	4.7	0.2	17	0	20
6	1994- 1996	1.9	0	16	0	23
7	1994- 1996	1.9	0	27	0	26

(1) Calculada según Alder, 1995.

Las especies del bosque testigo, con mayor mortalidad son en su orden: el zorrillo (*Solanum sp.*), seguida por agüilla (*Hedyosmum sp.*) y chile muela (*D. granadensis*). Las dos primeras son clasificadas por Blaser (1990), como arbustos y la tercera como árbol. Solo chile muela (*D. granadensis*) tiene valor comercial (Cuadro 39). El 80% de la mortalidad se da en la clase diamétrica de 10 a 14.9 cm, correspondiendo a los árboles más pequeños, que probablemente, estaban sometidos a condiciones de fuerte competencia, debido a la mayor densidad del bosque testigo, lo cual les impedía captar una cantidad suficiente de recursos que les permitiera mantenerse y luchar por ubicarse en condiciones más favorables para su crecimiento.

En el bosque tratado, solo la especie zorrillo (*Solanum sp.*) ($dap \geq 10$ cm) presenta mortalidad durante el periodo de observación, siendo los individuos de las clases diamétri-

cas 10 - 14.9 y 15 - 19.9 cm, los que sufrieron la mortalidad. La distribución diamétrica de las mediciones analizadas, muestran que *Solanum sp.* es una especie que no supera los 19.9 cm dap, lo que posiblemente le impide competir por recursos con los árboles que le superan en tamaño.

Cuadro 39. Distribución diamétrica del número de árboles muertos en el periodo para el bosque testigo (dap >=10 cm).

Especie	10-14.9	15-19.9	30-34.5	Total	%
<i>Solanum sp.</i>	6	0	0	6	40.0
<i>Hedyosmun sp</i>	1	1	0	2	13.3
<i>D. granadensis</i> *	1	0	1	2	13.3
<i>G. myricoides</i>	1	0	0	1	6.7
<i>Ocotea sp*</i>	1	0	0	1	6.7
<i>Weinmannia sp. *</i>		1		1	6.7
<i>V. costaricanum</i>	1			1	6.7
<i>Schefflera pittieri</i> *	1			1	6.7
Total	12	2	1	15	100.0
%	80.0	13.3	6.7	100.0	

(*): Especies identificadas por Blaser (1990), como comerciales.

Las tasas de mortalidad encontradas tanto para las parcelas testigo como para las tratadas, son muy bajas y comparables con las citadas por Alder (1995), para bosques mixtos tropicales que oscilan entre 3 y 6.5% para árboles con dap \leq 10 cm, y del orden de 0.3% al 10.2% para árboles grandes (dap >10 cm).

Sitoe (1992), para un bosque húmedo tropical de bajura, indica haber encontrado una tasa de mortalidad de entre 1 y 2% anual.

Sánchez (1995), para un bosque secundario ubicado en la zona de vida bosque húmedo tropical, en la zona sur de Costa Rica, determinó una tasa de mortalidad anual de 5.4% para parcelas testigo y de 5.6% para parcelas tratadas, haciendo uso de un modelo exponencial negativo.

Primack et al (1985), estudiaron el crecimiento y la mortalidad de los árboles de la familia Moraceae en algunos bosques de Sarawak, al este de Malasia, encontrando que para el bosque primario la tasa de mortalidad anual fue típicamente menor al 3%.

Felfili (1995), informa que la tasa de mortalidad anual para el bosque de galería Gama en Brasil, en un período de seis años fue de 3.5%, estimada a través del modelo logarítmico de Lieberman y Lieberman (1985); asimismo la tasa de reclutamiento anual fue de 2.7%.

Berner (1992), para un bosque primario de altura en Costa Rica, utilizando la ecuación de Swaine², encontró que la tasa de mortalidad para los árboles de tamaño comprendido entre 10 y 20 cm dap era de 0.67% y para los árboles con dap >20 cm era de 0.64%. Asimismo, para el total de árboles con dap ≥ 10 cm, la tasa de mortalidad encontrada fue de 0.655.

La tasa de reclutamiento anual, encontrada para el bosque testigo, oscila entre 15 y 27 árboles por parcela, con un promedio general anual de 19 individuos, lo cual equivale a 42 árboles hectárea con diámetro mayor a 10 cm. Para el bosque tratado, oscila entre 14 y 26 árboles por año por parcela, con un promedio por hectárea de 49 árboles por año.

Las principales especies que contribuyen con reclutas son, en orden de importancia, encino (*Q. costaricensis*), roble (*Q. copeyensis*), chile muela (*D. granadensis*) y arrayán (*Weinmannia* sp.), seguidas de otras especies con menor contribución (Anexo 7).

La tasa de reclutamiento anual, fue muy superior a la mortalidad que presentan tanto las parcelas testigo como las tratadas; y fue tan solo ligeramente superior en las parcelas tratadas.

La tasa de mortalidad se encuentra dentro de los rangos dados por distintos autores para bosques en distintas latitudes, y se pueden considerar como muy bajas. Posiblemente, el alto porcentaje de áreas de charral que presentan las parcelas de estudio han contribuido con esta baja mortalidad y también han propiciado las condiciones necesarios para que se den tasas de reclutamiento muy similares en los dos tratamientos estudiados. Una alta tasa de reclutamiento, especialmente si ingresan especies de interés según los objetivos de manejo, es beneficioso porque aumentan las posibilidades de selección de individuos con características deseables, mejorando el potencial de producción del bosque y la posibilidades de un manejo sostenible.

2 Tasa de mortalidad anual (m) = $100 * (\ln N_0 - \ln N_1) * 365 / t$; donde \ln : logaritmo natural; N_0 : población inicial; N_1 : Número de individuos vivos de la población inicial; t : tiempo en días transcurridos entre mediciones. (Swaine et al 1987, citado por Berner 1992).

6.8 Conclusiones y recomendaciones

6.8.1 Conclusiones

- 1) El número de árboles y el área basal de las parcelas testigo vs tratadas no era significativamente diferente en la primera medición ($\alpha = 0.05$).
- 2) De acuerdo con el coeficiente de Sørensen, el tratamiento aplicado no afectó la composición florística del bosque.
- 3) Las especies más importantes del bosque secundario son de valor comercial lo que le da un alto potencial productivo al bosque para su manejo.
- 4) La fuerte similitud que presentan los bosques primarios de altura con el bosque secundario analizado, en cuanto a la especies más importantes, parece indicar que los segundos se regeneran con las mismas especies que dominan en los bosques primarios, sin pasar por las típicas etapas sucesionales que ocurren en los bosques húmedos tropicales.
- 5) El tratamiento aplicado, no afectó la estructura horizontal del bosque secundario, pues tanto el bosque testigo como el tratado, en la primera y tercera medición, siguen la misma distribución diamétrica ($\chi^2 = 2.6$, $P > \chi^2 = 0.7$ y $\chi^2 = 2.8$, $P > \chi^2 = 0.8$ respectivamente).
- 6) El tratamiento efectuado, permitió una rápida recuperación del área basal y del número de árboles extraídos, pues en la segunda medición, sus valores superan a los que presentaba el bosque testigo en la primera medición.
- 7) Con el raleo aplicado al bosque se mejoraron las condiciones de iluminación de copa, permitiendo que los árboles desarrollaran copas de mejor calidad que incidieron una mayor tasa de crecimiento.
- 8) El tratamiento aplicado, mejoró la calidad y el potencial productivo del bosque, al concentrar el número de individuos y el área basal en las categorías de forma de fuste comercialmente deseables.
- 9) Las especies con más porcentaje de árboles dañados, pertenecen al género *Quercus*. El 60% de los árboles que presentan algún grado de daño, corresponden a la especie *Q. costaricensis*.

- 10) Existe una tendencia lineal del daño, en la cual conforme aumenta la intensidad del daño, la magnitud del incremento tiende a disminuir, tanto en el bosque testigo como en el tratado. De acuerdo con los modelos ajustados, el efecto del porcentaje de daño sobre el incremento es mayor en el bosque testigo que en el tratado, produciéndose una mayor reducción del incremento por cada aumento unitario del porcentaje de daño.
- 11) La tasa de crecimiento del bosque tratado es mayor que el del bosque testigo, tanto en diámetro como en área basal, manteniéndose esta tendencia a través de todos los periodos de observación. Sin embargo, la magnitud de los incrementos y la diferencia entre ellos tiende a disminuir, lo cual indica que el efecto del tratamiento fue de corta duración y se reduce conforme aumenta el tiempo desde la aplicación del mismo.
- 12) La disminución de la tasa de crecimiento se produce debido al aumento de la densidad del bosque tratado y a que las condiciones favorables logradas con el raleo se reducen, siendo cada día más parecidas a las que presenta el bosque testigo.
- 13) El mejoramiento de las condiciones bajo las cuales crecen los árboles en un bosque los lleva a la utilización más eficiente de los recursos disponibles, mejorar su tasa de crecimiento y por ende a acortar el tiempo de espera para lograr una cosecha.
- 14) El incremento diamétrico mediano anual promedio es de 6.2 mm/año para el bosque testigo y de 8.5 mm/año para el bosque tratado. A nivel de área basal es de 15 cm²/año y 20.6 cm²/año, en el mismo orden anterior. Ambos incrementos difieren significativamente ($\alpha = 0.05$).
- 15) La tasa de crecimiento del bosque secundario es muy alta en comparación con las magnitudes de los incrementos encontrados para los bosques primarios aledaños y de la misma zona de vida.
- 16) Las especies en el bosque secundario de Villa Mills, se pueden clasificar, por su tasa de crecimiento, en tres grupos: **lento, moderado y rápido**, ubicándose en uno u otro dependiendo de las condiciones ambientales bajo las cuales se están desarrollando y de su capacidad para adaptarse a diferentes niveles de competencia.
- 17) Las cuatro especies más importantes en el bosque testigo, se clasificaron de la siguiente manera: encino (*Q. costaricensis*) chile muela (*D. granadensis*) y arrayán (*Weinmannia sp.*) velocidad de crecimiento **moderado**; roble (*Q. copeyensis*) crecimiento **rápido**.
- 18) Las especies que más rápido crecen en el bosque secundario son: papayillo (*Schefflera pittieri*) con 10.9 mm/año de incremento diamétrico mediano en el bosque tratado y 12.9 mm/año en el bosque testigo; el roble (*Q. copeyensis*) con un incremento diamétrico mediano de 9.4 mm/año en el bosque tratado y de 7.3 mm/año en el bosque testigo.

19) La tasa de mortalidad, fue muy similar a las encontradas para otros bosques de Costa Rica y de otras latitudes.

20) La tasa de reclutamiento anual fue muy superior a la mortalidad y fue superior la del bosque secundario tratado. Esto es beneficioso, especialmente si ingresan especies de interés según los objetivos de manejo, pues aumentan las posibilidades de selección de individuos con características deseables, mejorando el potencial de producción del bosque y la posibilidades de un manejo sostenible.

6.8.2 Recomendaciones

1-) Se recomienda continuar con las mediciones de las parcelas establecidas y se incorpore la variable altura para que sea medida al menos cada tres años y así poder determinar la tasa de crecimiento en altura y la calidad del sitio.

2-) Se recomienda medir las variables adicionales incorporadas en este estudio al menos cada tres años para poder determinar como reaccionan las especies de altura a los cambios de luz debido al incremento de la densidad del rodal y su efecto sobre el crecimiento y definición del gremio ecológico a que pertenecen.

3-) Efectuar una nueva intervención , registrando la cantidad de área basal eliminada, así como el número de árboles eliminados por árbol favorecido.

4-) Seleccionar árboles en por cada tratamiento, de especies y características deseables que permitan realizar análisis comparativos, bajo diferentes condiciones de crecimiento.

5-) Continuar con el uso de cintas metálicas para la medición del diámetro y evitar el uso de cintas de otro material.

6-) Para futuras mediciones, se recomienda que los datos sean digitados, revisados y corregidos, inmediatamente después de finalizada la medición. Esto permitirá detectar errores que años después son muy difíciles de corregir, obligando a la pérdida de información importante y de alto costo.

7-) Utilizar un mínimo de cinco individuos por especie , al efectuar nuevas clasificaciones de velocidad de crecimiento, con el fin de tener estimadores más apropiados de las

variables empleadas para la clasificación. Así como utilizar aquellas especies que estén representadas en todos los tratamientos.

8-) De acuerdo con las características de los árboles presentes en el bosque testigo, un árbol deseable debe contemplar las siguientes características:

Ser de una especie comercial o potencialmente comercial.

Que no presente daños en el fuste o ramas causados por roedores o enfermedades.

Que tenga mínimo 4 metros de fuste antes de cualquier bifurcación (un solo eje).

El fuste debe ser recto o ligeramente torcido (clase 1 ó 2).

La forma de la copa debe ser como mínimo "satisfactoria" , o sea el árbol debe poseer más de media copa, en buen estado, que se observe saludable y capaz de recuperarse si se le da espacio (clase 3, según Dawkins 1957).

Debe recibir luz vertical al menos parcial (Iluminación 3, según Dawkins 1957).

VII Bibliografía

- ALDER, D. 1995. Growth modelling for mixed tropical forests. Oxford Forestry Institute, University of Oxford (U.K). Tropical Forestry Papers no. 30. p137.
- AMO R., S. del Y NIETO DE PASCUAL, J. 1983. Aplicación de ecuaciones y modelos matemáticos en la evaluación de las tasas de crecimiento y determinación de la edad en árboles tropicales. IN BORMANN, F.H. y BERLYN, G. (eds) 1983. Edad y tasa de crecimiento de los árboles tropicales. Trad. Carmen Alicia de la Parra. INIREB-CECSA (MÉXICO). P. 133-138
- BARROS, N.F. de. 1981. Algunas consideraciones sobre relaciones entre sitios y suelo en los neotrópicos. IN Producción de madera en los neotrópicos vía plantaciones (1980, Instituto de Dasonomía Tropical, Río Piedras). Actas Simposio Internacional. Grupo trabajo S1-07-09 del IUFRO. Redac. J. L. Whitmore. Río Piedras, Puerto Rico. IUFRO/MAB/Forest Service (USA). 133-142
- BERNER B., P. O. 1992. Effects of slope on the dynamics of a tropical montane oak - bamboo forest in Costa Rica. Thesis Ph.D. University of Florida (USA). 123 P.
- BLASER, J. 1990. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque nublado de robles (*Quercus* spp.) del piso montano en Costa Rica. Trad. Cesar Sabogal. Proyecto CATIE/COSUDE, Silvicultura de Bosques Naturales. Turrialba, Costa Rica. 241 p.
- BLASER, J. y CAMACHO, M. (1991). Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de roble (*Quercus* sp) del piso montano en Costa Rica. CATIE. Costa Rica. 68p.(Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales No.1)
- BROWN, S.,; LUGO, A. 1990. Tropical secondary forests. Journal of Ecology (USA) 6:1-32.
- CABRELLI, D.,; FINEGAN, B. 1992. Efectos del microambiente sobre el crecimiento individual de la regeneración de especies heliófitas durables en el bosque húmedo tropical y su respuesta a la intervención silvicultural. IN Congreso Forestal Nacional (2do, 1992, Alajuela, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo. Alajuela, Costa Rica, Litografía LIL SA. Resumen de ponencias. Págs. 106-108.

- CAILLIEZ, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Trad. Noel Ogaya. Roma, Italia. FAO. 22/1. (Estudio FAO: Montes)
- CAMACHO, M.; PEDRONI, L. 1989. Suelos del Área Piloto Villa Mills - Siberia. Mapa. Esc. 1:5000. Proyecto Silvicultura de bosques naturales, CATIE - COSUDE.
- COSTA RICA, MAG-MIRENEM. 1994. Metodología para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. Decreto ejecutivo No. 23214-MAG-MIRENEM. La Gaceta. Diario oficial, No. 107, 6 de junio. p. 8 - 16.
- DEL VALLE, J. I. 1979. Curva preliminar de crecimiento del cativo (*Prioria copaifera*) en bosque virgen empleando el método de los tiempos de paso. Revista Facultad Nacional de Agronomía (Colombia). V.32(2):19-26.
- FELFILI, J.M. 1995. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six - year period (1985 - 1991). *Journal of Tropical Ecology* (G.B.) 11:67-83.
- FINEGAN, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE. Costa Rica. 28p. (Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales No.5)
- _____; GUILLEN, A.L. 1992. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sarapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. IN Congreso Forestal Nacional (2do, 1992, Alajuela, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo. Alajuela, Costa Rica, Litografía LIL SA. Resumen de ponencias. Págs. 142-144.
- _____. 1995. Bases ecológicas para la silvicultura. Apuntes de clase. II trimestre. Escuela Postgrado, CATIE. Turrialba, Costa Rica. p.irr.
- GINGRICH, S. F. 1971. Stocking, growth, and yield of oak stands. IN Oak symposium proceedings.. 16-20 august 1971. West Virginia , USA. Pág. 65-73.
- GUILLEN, A.L.; FINEGAN, B. 1992. Los bosques secundarios de la zona norte de Costa Rica. Un nuevo recurso forestal para el país. IN Congreso Forestal Nacional (2do, 1992, Alajuela, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo. Alajuela, Costa Rica, Litografía LIL SA. Resumen de ponencias. Págs. 134-136.
- HEANEY, L.R. 1991. *Sciurus granadensis* (Ardilla, Ardilla roja, Chiza, Red - tailed squirrel). IN. Janzen, D.H. 1991. Historia Natural de Costa Rica. Trad. M. Chavarría. UCR. p. 503-504.

- HILJE Q., L.; ARAYA F., C.; SCORZA R., F. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de campo. CATIE. Costa Rica. 185 p. (Serie técnica. Manual técnico/CATIE no.4)
- HILJE Q., L. 1992. Biología y ecología de los roedores plaga en Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 23:17-25.
- HUTCHINSON, I.D. 1987. The management of humid tropical forest to produce wood. IN Management of the forest of tropical America: Prospects and Technologies. Ed. by Julio C. Figueroa. Puerto Rico. p. 235 - 243.
- _____ y WADSWORTH, F 1995. La liberación, una práctica forestal prometedor. IN Semana Científica (2da., 1995, Turrialba, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica, CATIE. Resúmenes. Págs. 100 - 102.
- JANZEN, D.H. 1991. *Coendou mexicanum* (Puerco espín, prehensile - tailed Porcupine). IN. _____ ed. 1991. Historia Natural de Costa Rica. Trad. M. Chavarría. UCR. Costa Rica. p. 474-475.
- JIMÉNEZ M, W.; CHAVERRI, A. 1982. Algunas consideraciones taxonómicas, ecológicas y silviculturales de los robles (*Quercus sp*), con énfasis en Costa Rica. Una Revisión de literatura. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 26p. (Serie Ecología y manejo de Vegetación de Altura No. 1).
- _____; _____; MIRANDA, R. y ROJAS, I. 1988. Aproximaciones silviculturales al manejo de un Robledal (*Quercus spp.*) en San Gerardo de Dota, Costa Rica. Turrialba (C.R) 38(3): 208-214.
- JIMÉNEZ M., W. 1984. Evolución del crecimiento del *Quercus copeyensis* Müller en un bosque de robles no intervenido en San Gerardo de Dota, Costa Rica. Tesis Lic. Ciencias Forestales. UNA. Heredia , Costa Rica. 192 p.
- JIMÉNEZ E., J. J. y MORERA B., A.A. 1996. Propuesta para el manejo silvicultural de dos bosques de altura, cercanos al Área Piloto Villa Mills, Reserva Forestal Río Macho, Costa Rica. Tesis Lic. Ciencias Forestales. UNA. Heredia, Costa Rica. 96 p.
- KAPPELLE, M. 1995. Ecology of mature and recovering Talamancan Montane *Quercus* Forests, Costa Rica. Thesis Ph. D. Universiteit van Amsterdam. Nederlands. 273 p.
- _____; GEUZE, T.; LEAL, M.; CLEEF, A.M. 1995. Changes in structure along a successional gradient in a Costa Rican upper montane *Quercus* forest. IN

- KAPPELLE, M. 1995. Ecology of mature and recovering Talamancan Montane *Quercus* Forests, Costa Rica. Thesis Ph. D. Universiteit van Amsterdam. Nederlands. 161 - 188 p.
- KEPLAC, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Trad. Dr. D. Keplac. ENA. Universidad Autónoma Chapingo (México). 365 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Dr. Antonio Carrillo. GTZ. (Alemania). 335 p.
- LOJAN, L. 1965. Aspectos del crecimiento diamétrico quincenal de algunos árboles tropicales. Turrialba (Costa Rica). 15(3):231-237.
- MORAGA M., R. 1996. El puercoespín (*Coendou mexicanum*). Rothschildia (Costa Rica) 3(1):24. Boletín informativo Área de Conservación Guanacaste.
- OROZCO, L. 1991a. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Costa Rica. CATIE. Costa Rica. 34p. (Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales no.2)
- _____. 1991b. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la parte noroeste de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Ciencias Forestales. UNA. Heredia, Costa Rica. 166p.
- PEDRONI, L. 1989a. Cobertura del Área Piloto de Villa Mills - Siberia. Mapa. Esc. 1:5000. Proyecto Silvicultura de bosques naturales. Convenio CATIE - COSUDE - DGF.
- PEDRONI, L. 1989b. Mapa topográfico del Área piloto de Villa Mills - Siberia. Mapa. Esc. 1:5000. Proyecto Silvicultura de bosques naturales. Convenio CATIE - COSUDE - DGF.
- _____. 1990a. Inventario de la regeneración natural del charral del Área Piloto de Villa Mills - Siberia. Proyecto Silvicultura de bosques naturales, CATIE - COSUDE. 20 p. + anexos. (Informe interno)
- _____. 1990b. Ensayos silviculturales de recuperación de sitios degradados ("charrales") por medio de regeneración natural. Propuesta de investigación. Proyecto Silvicultura de bosques naturales. CATIE/COSUDE/DGF.

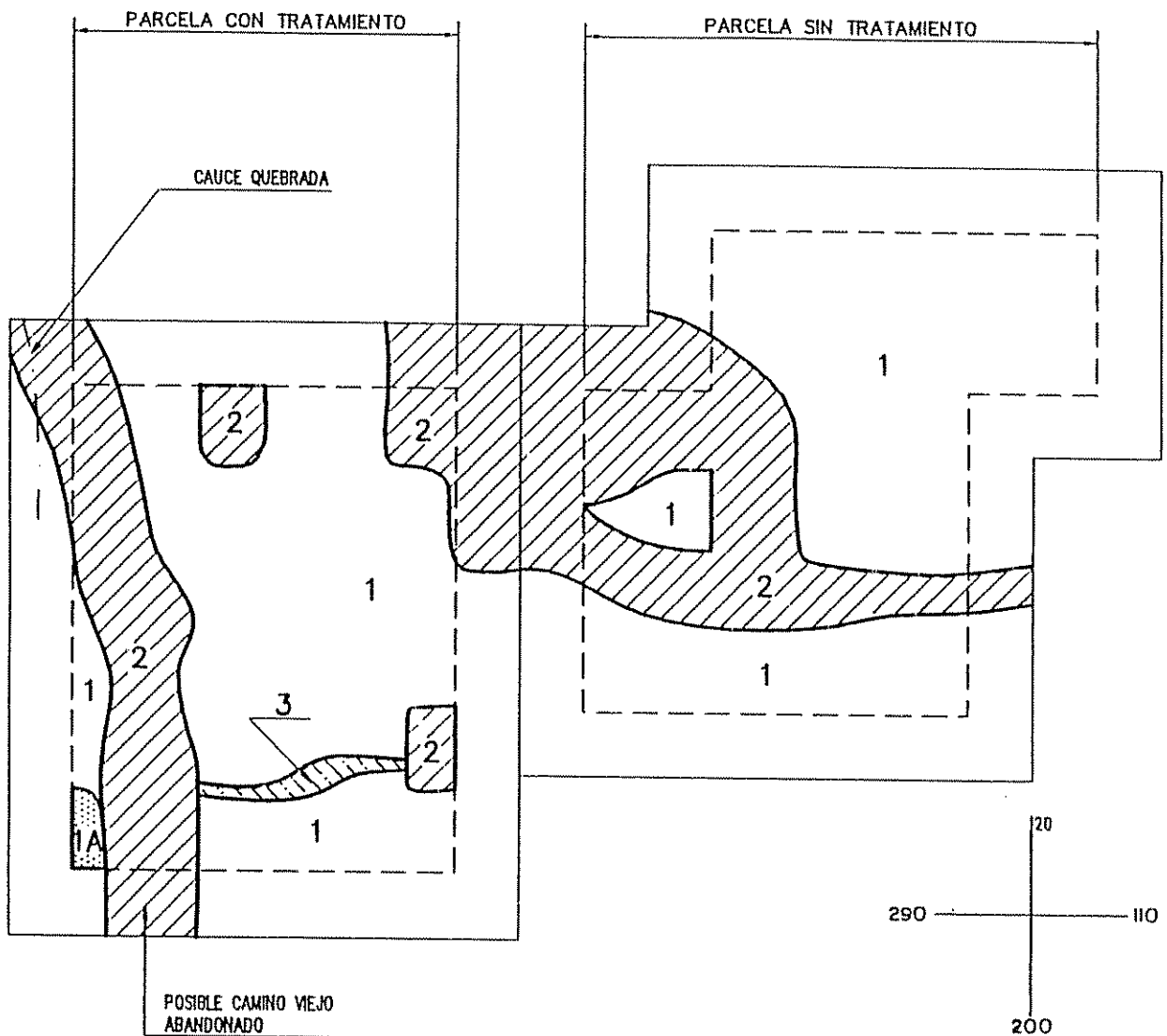
- PICADO, W. 1992. Bosque natural secundario, un recurso con potencial para una producción sostenible. IN Congreso Forestal Nacional (2do, 1992, Alajuela, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo. Alajuela, Costa Rica, Litografía LIL SA. Resumen de ponencias. Págs. 137-139.
- PRIMACK B., R; ASHTON S., P.; CHAI, P.; LEE S., H. 1985. Growth rates and population structure of moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. *Ecology (USA)*. 66(2):577-588.
- RÄBER, C. 1991. Regeneración natural sobre árboles muertos en un bosque nublado de Costa Rica. Trad. Lucio Pedroni. CATIE (Costa Rica). 28 p. (Serie técnica. Informe Técnico No.177. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales No. 4)
- RODRÍGUEZ M., A.; VAN GINNEKEN, P.; ZARAGOZA, F.; PORRAS S., G. 1978. Inventario de las principales cuencas de costa Rica. FAO: Desarrollo integral de los recursos forestales. San José, Costa Rica. 36 p. (PNUD/FAO/COS/72/013. Documento de trabajo No. 18.)
- SANCHEZ S., M.J. 1995. Estudio de crecimiento y rendimiento en un bosque secundario y su aplicación a la elaboración de un plan de manejo. San Isidro - Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 95p.
- SAS INSTITUTE INC. 1988. SAS/STAT® User's guide, release 6.03. CARY, NC (USA). 1028 P.
- STANDLEY, S. 1992. Manejo forestal dinámico de un bosque secundario. Un estudio de caso en Pérez Zeledón. IN Congreso Forestal Nacional (2do, 1992, Alajuela, Costa Rica). La actividad forestal al servicio de un país en desarrollo. Alajuela, Costa Rica, Litografía LIL SA. Resumen de ponencias. Págs. 140-141.
- SILES DE GUERRERO, G. 1980. Estudio socioeconómico y técnico de productores de carbón, recolectores de mora y lana en las Reservas de Río Macho y Los Santos. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Dirección General Forestal. 29 p. (Informe técnico no. 10)
- SIPS, P. 1993. Management of tropical secondary rain forest in Latin America. Today's challenge, tomorrow's accomplished fact !?. Wageningen, IKC-NBLBF/Stichiting BOS. 71 p. (Werkdocument IKC-NBLF NO. 27).
- SITOE, A.A. 1992. Crecimiento diámetro de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 119 p.

- SOLORZANO, R. y GUERRERO, R. 1987. Justificación económica de la permanencia del bosque en terrenos forestales de la reserva forestal Río Macho, Costa Rica. Resumen informe final. CATIE-UICN. Turrialba (C.R). 58 p.
- SYNNOTT, T.J. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para Bosque Húmero Tropical. Trad. Juvenal Valerio. ITCR. Departamento de Ingeniería Forestal. 103 p. (Serie de apoyo académico no. 12)
- SWAINE, M.D; LIEBERMAN, D. and PUTZ, F.E. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology (USA)* 3: 359-366.
- VANCLAY, J.K. 1994. Modeling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forests. CAB International (UK). 312 p.
- VAUGHAN, C. 1980. Predation of *Coundou mexicanum* by large felidae. *BRENESIA (Costa Rica)* 18: 368.

ANEXOS

ANEXO 1

MAPAS DE COBERTURA VEGETAL Y FORMA DE LAS PARCELAS.

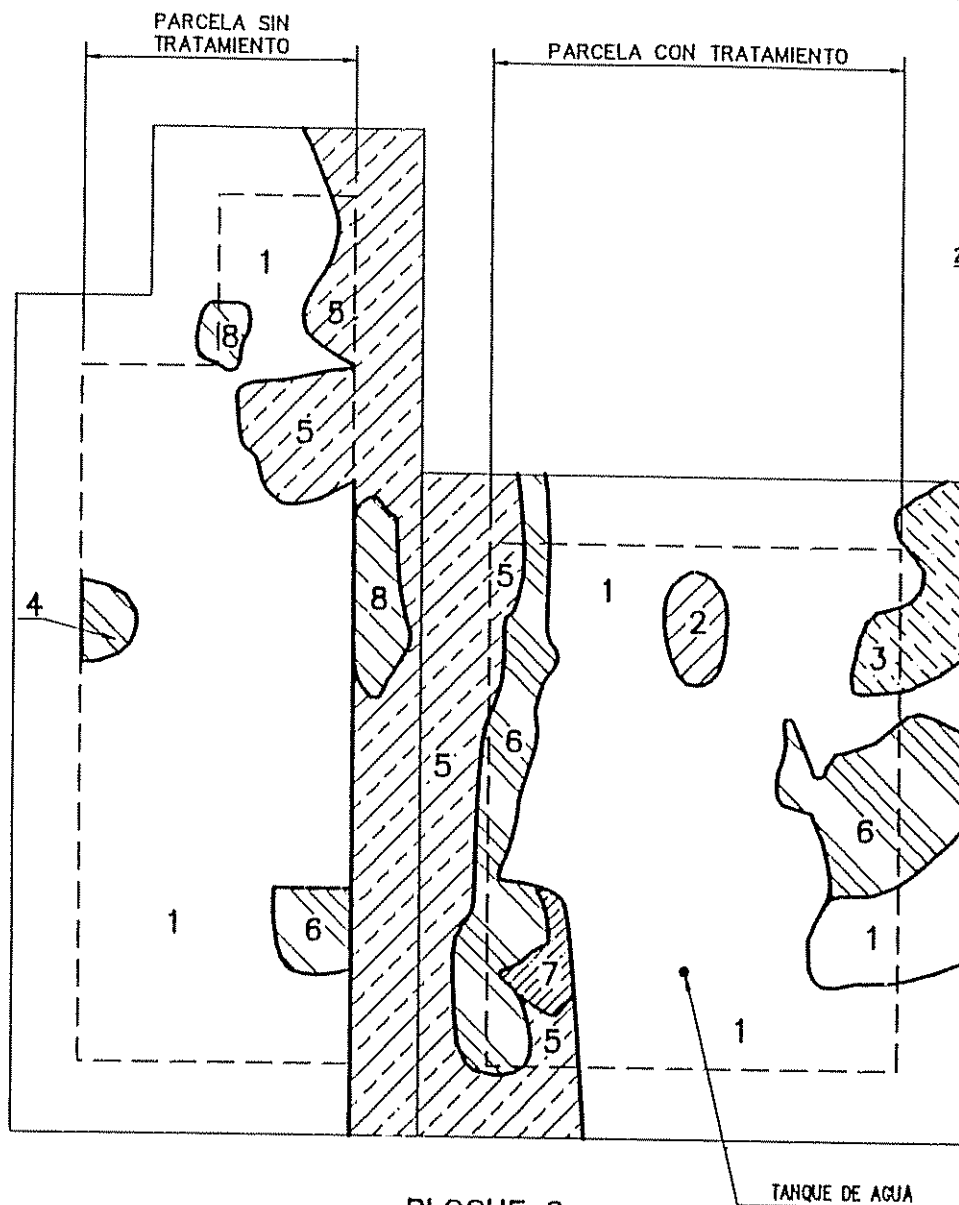


BLOQUE 1
ESCALA= 1:1000

DESCRIPCIÓN	AREAS (*)	
	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	3022.35 m ²	3242.02 m ²
1A- BOSQUE SECUNDARIO (PREDOMINA ARRAYÁN JOVEN)	57.61 m ²	---
2- CHARRAL	1325.12 m ²	1257.98 m ²
3- CHARRAL (TRILLO VIEJO PARA SACAR CARBÓN)	94.92 m ²	---
TOTAL:	4500.00 m²	4500.00 m²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996



BLOQUE 2
ESCALA= 1:1000

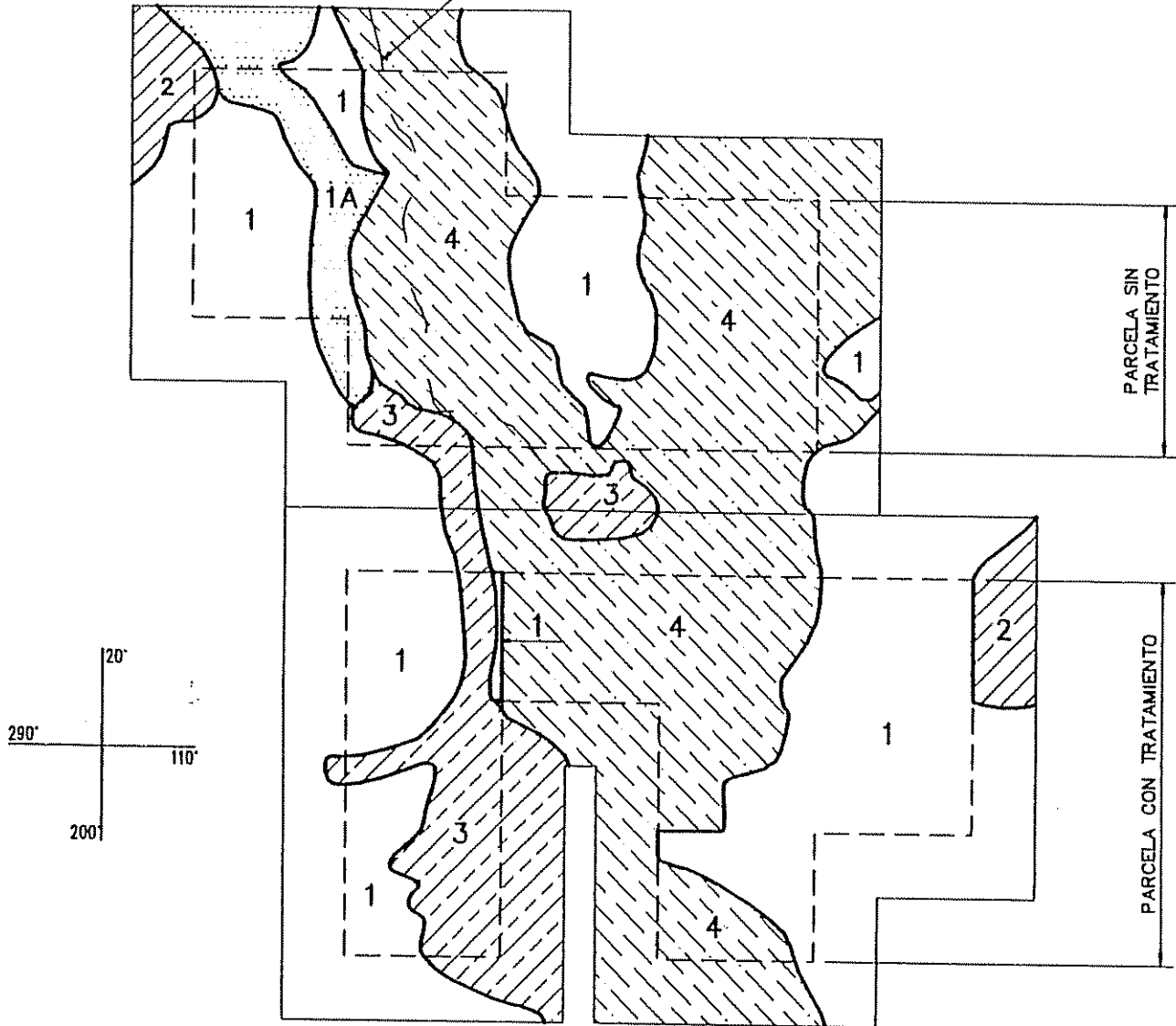
AREAS (*)

	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	3372.63 m ²	3870.79 m ²
2- CHARRAL, CLARO CON PASTO Y ARBUSTOS	121.47 m ²	---
3- CHARRAL, CLARO CON CAÑUELA Y RESTOS DE ARBOLES CORTADOS	74.18 m ²	---
4- CHARRAL, CLARO, VEGETACION ARBUSTIVA	---	76.55 m ²
5- CHARRAL, ARBUSTOS, HELECHOS Y MORA, POR DONDE PASABA ANTIGUO CAMINO DE ACCESO, HOY ABANDONADO	132.17 m ²	382.68 m ²
6- CHARRAL, ARBUSTIVA DE PARTE BAJO	703.42 m ²	---
7- CLARO, VEGETACION HELECHOS	96.13 m ²	---
8- CHARRAL CLARO	---	36.88 m ²
TOTAL:	4500.00 m²	4500.00 m²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO, VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996

QUEBRADA INTERMITENTE

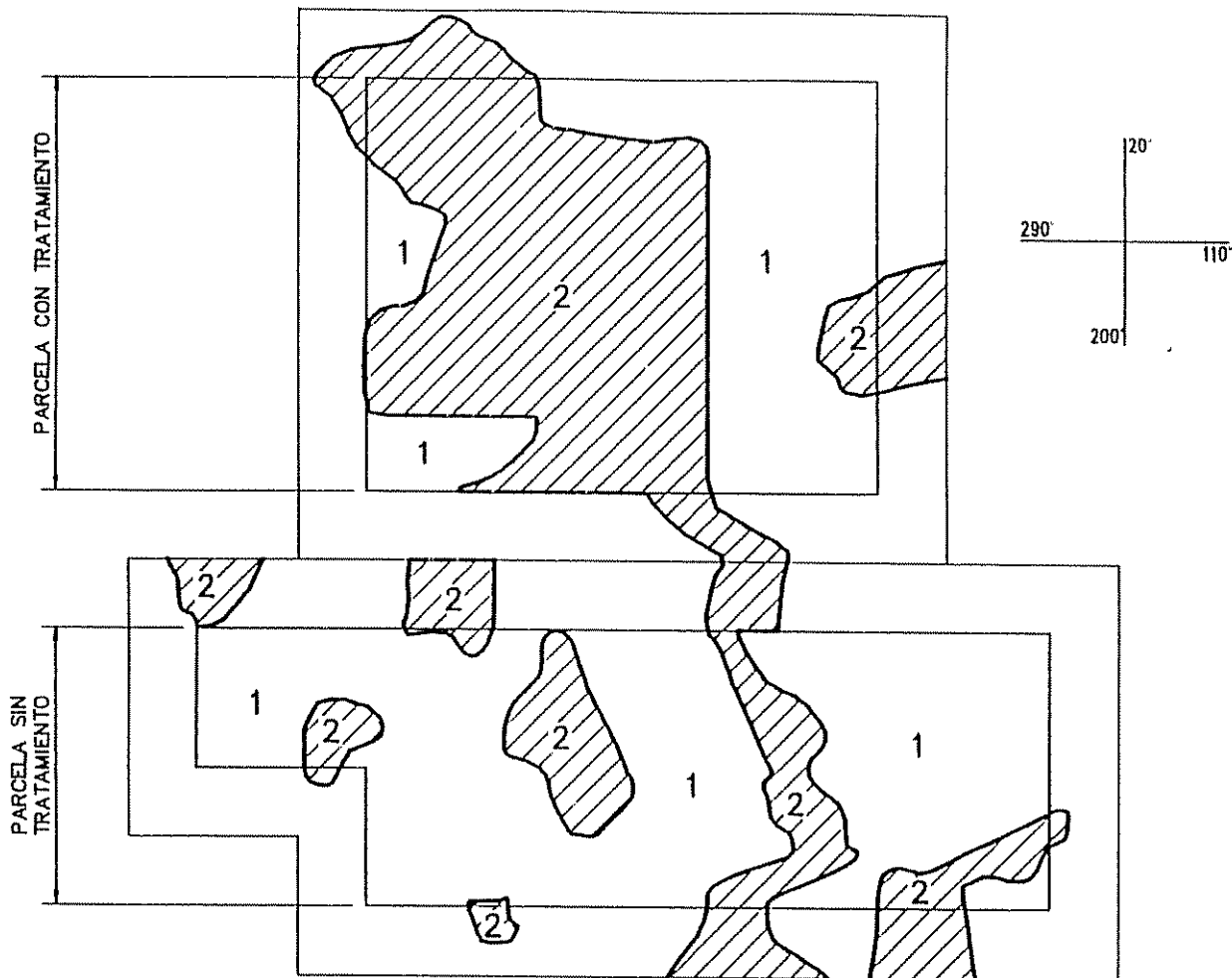


BLOQUE 3
ESCALA= 1:1000

DESCRIPCIÓN	AREAS (*)	
	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	2335.42 m ²	1348.12 m ²
1A- BOSQUE SECUNDARIO BAJO	---	396.62 m ²
2- CHARRAL	---	25.67 m ²
3- CHARRAL, PREDOMINA HELECHO	665.43 m ²	109.19 m ²
4- CHARRAL, PREDOMINA CAÑUELA	1499.15 m ²	2620.40 m ²
TOTAL:	4500.00 m ²	4500.00 m ²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996

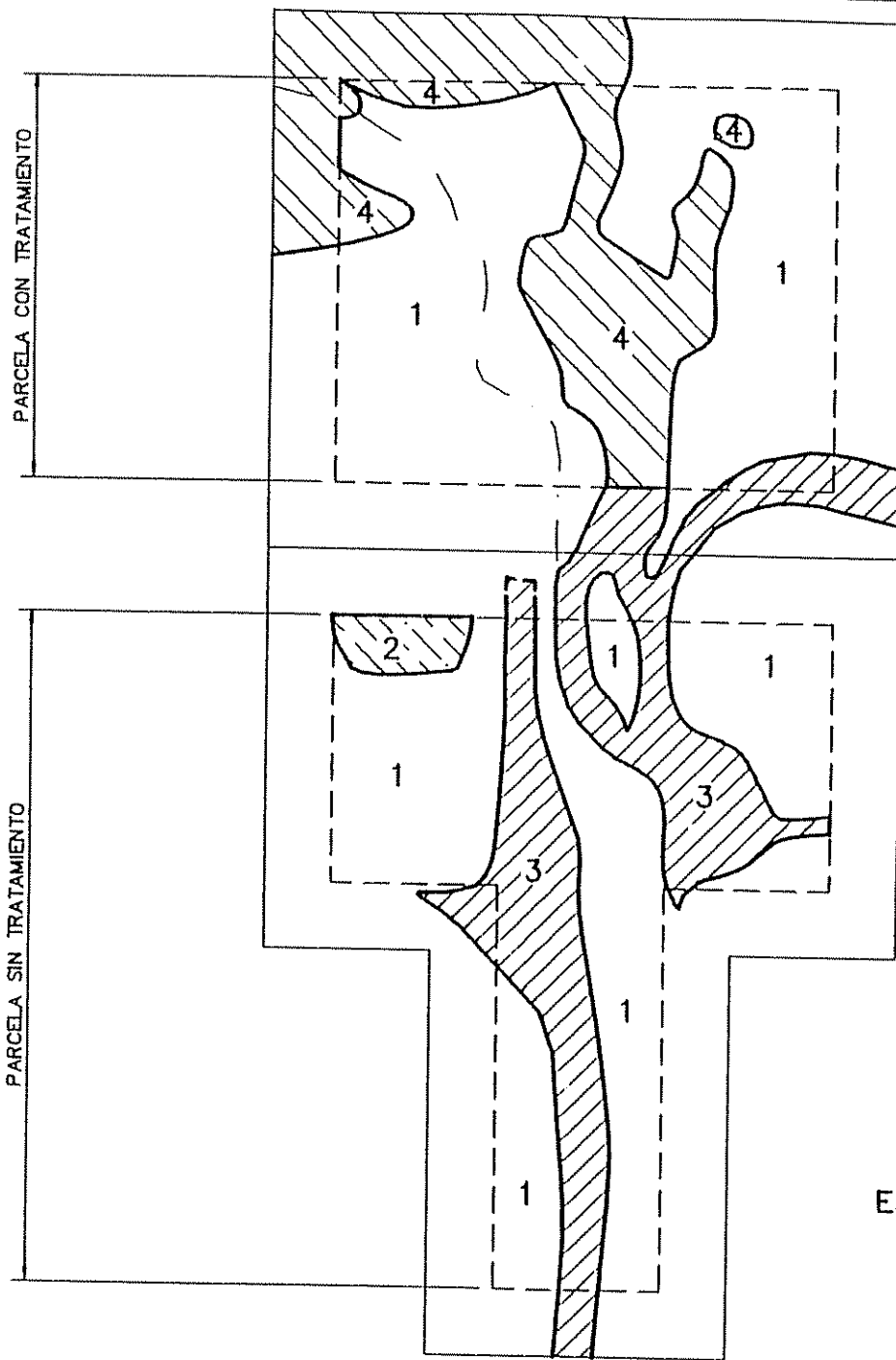


BLOQUE 4
 ESCALA= 1:1000

DESCRIPCIÓN	AREAS (*)	
	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	2007.85 m ²	3606.86 m ²
2- CHARRAL	2492.15 m ²	893.14 m ²
TOTAL:	4500.00 m ²	4500.00 m ²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996

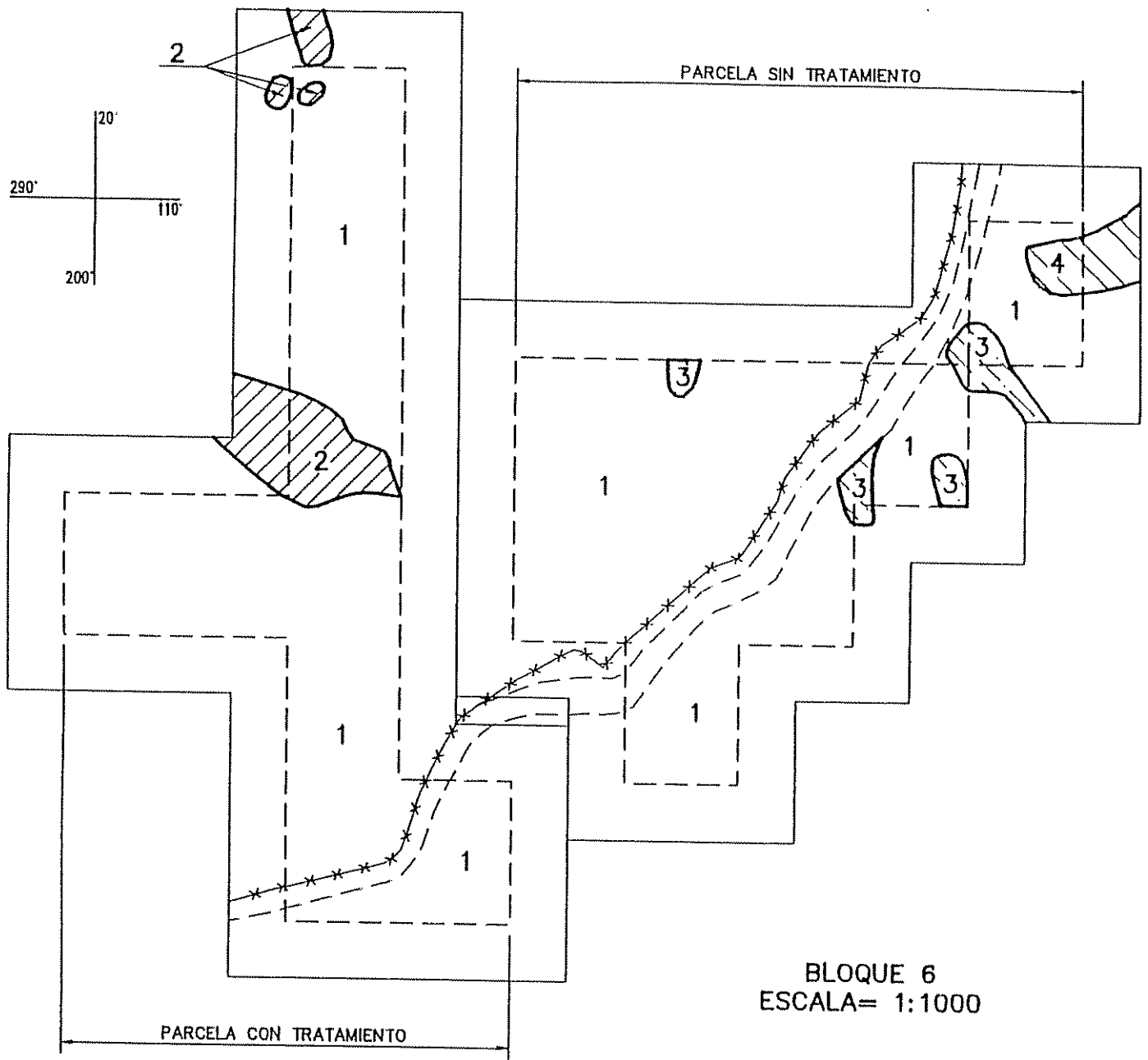


BLOQUE 5
ESCALA= 1:1000

DESCRIPCIÓN	AREAS (*)	
	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	3297.12 m ²	2934.27 m ²
2- CHARRAL, CON CAÑUELA	---	163.35 m ²
3- CHARRAL, CON JUNCO, PASTO Y MORA	71.60 m ²	1402.38 m ²
4- CHARRAL CON HELECHO, PASTO Y MORA	1131.28 m ²	---
TOTAL:	4500.00 m ²	4500.00 m ²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996



BLOQUE 6
ESCALA= 1:1000

DESCRIPCIÓN	AREAS (*)	
	CON TRATAMIENTO	SIN TRATAMIENTO
1- BOSQUE SECUNDARIO	4240.20 m ²	4242.43 m ²
2- CLARO, CON VEGETACION ARBUSTIVA (CHARRAL)	259.80 m ²	---
3- CLARO, CON MORA Y HELECHO (CHARRAL)	---	175.67 m ²
4- CLARO CON HELECHO (CHARRAL)	---	81.90 m ²
TOTAL:	4500.00 m ²	4500.00 m ²

(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO: SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	TITULO: DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ELABORO: ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996

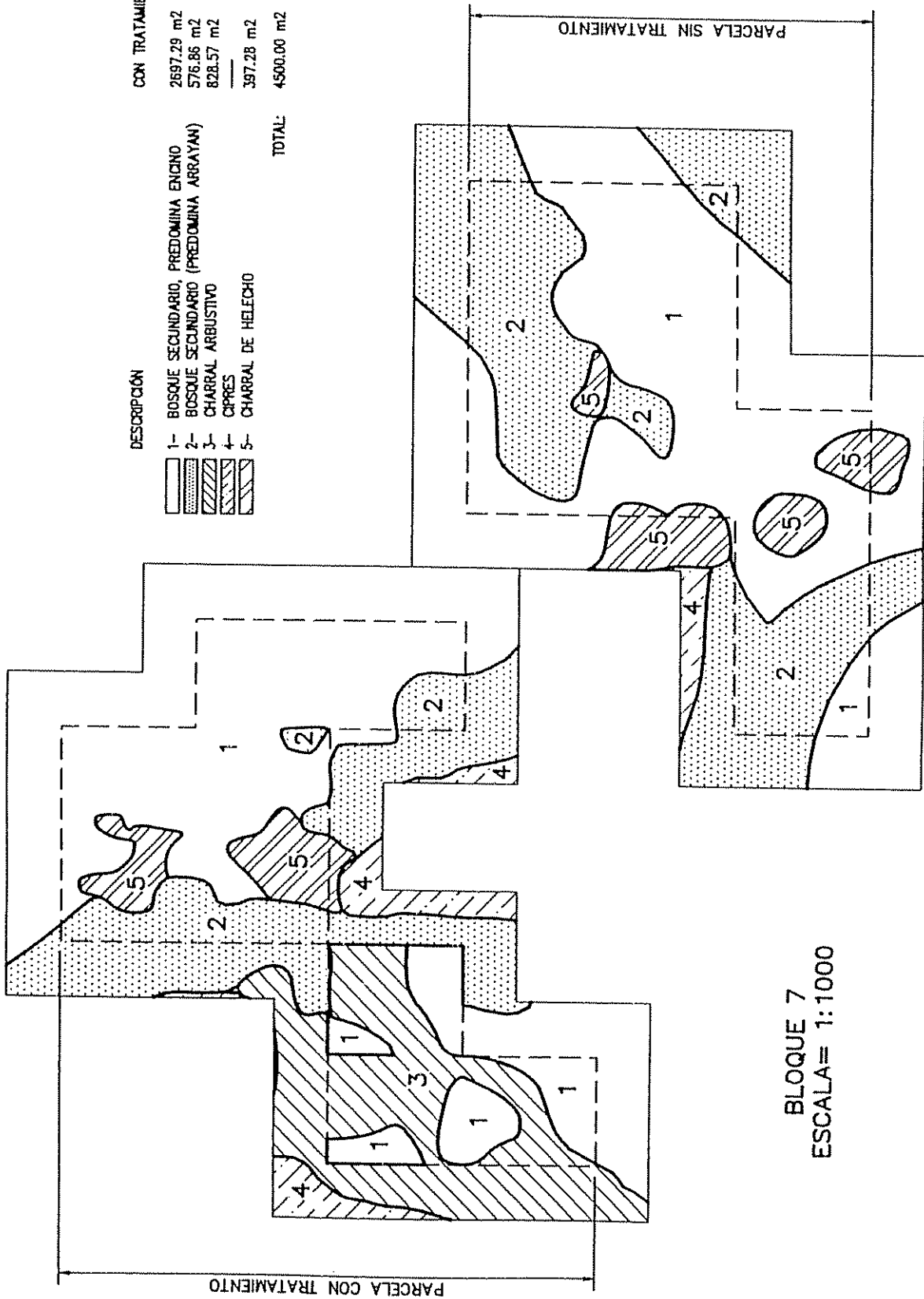
AREAS (*)		CON TRATAMIENTO		SIN TRATAMIENTO	
		2697.29 m ²	2531.50 m ²		
		576.86 m ²	1684.79 m ²		
		828.57 m ²	---		
		397.28 m ²	283.71 m ²		
		4500.00 m ²	4500.00 m ²		

DESCRIPCIÓN

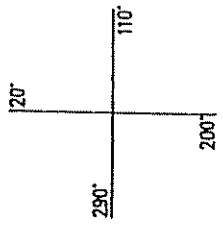


- 1- BOSQUE SECUNDARIO, PREDOMINA ENCINO
- 2- BOSQUE SECUNDARIO (PREDOMINA ARRAYAN)
- 3- CHARRAL ARBUSTIVO
- 4- CIPRES
- 5- CHARRAL DE HELECHO

TOTAL:



BLOQUE 7
ESCALA= 1:1000



(*) NO INCLUYE AREA DE BORDE

PROYECTO:	TITULO:	ELABORO:
SILVICULTURA BOSQUES NATURALES CATIE - COSUDE - DGF ESTUDIO DE RECUPERACION DE SITIOS DEGRADADOS	DISTRIBUCION COBERTURA VEGETAL POR BLOQUE Y TRATAMIENTO DEL BOSQUE SECUNDARIO. VILLA MILLS	ARNULFO DIAZ H.
		FECHA: OCTUBRE 1996

ANEXO 2

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES SILVICULTURALES.

ANEXO . 2 .

PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN LAS VARIABLES SILVICULTURALES.

a- Posición de copa o iluminación de copa.

Se hizo uso de la clasificación de Dawkins 1958 citado por Synnott 1990, y modificada por Hutchinson 1987 y citada por Sánchez 1995, . la cual consta de seis categorías (Figura 3).

- (1) 5. Emergente: La parte superior de la copa está totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencia lateral, al menos en un cono invertido de 90° con el vértice en el punto de la base de la copa.
- (2) 4. Plena iluminación superior: La parte superior de la copa está plenamente expuesta a la luz vertical, pero está adyacente a otras copas de igual o mayor tamaño dentro del cono de 90°.
- (3) 3. Alguna iluminación superior (vertical parcial): La parte superior de la copa está parcialmente expuesta a la luz vertical, parcialmente sombreada por otras copas.
- (4) Plena luz lateral: La copa recibe plena luz lateral directa, con poca o ninguna luz superior o vertical, debido a que la copa está totalmente sombreada, pero expuesta a la luz directa debido a un claro o borde del dosel superior.
- (5) 2. Alguna luz lateral (oblicua): La parte superior de la copa enteramente sombreada de la luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa lateral debido a pequeñas aperturas en el dosel que permiten la entrada de luz oblicua que inciden sobre la copa del árbol.
- (6) 1. Ausencia de luz directa: La parte superior de la copa enteramente sombreada tanto de luz vertical como lateral.

Estos parámetros permitirán que a partir de futuras mediciones se puede relacionar las tasas de crecimiento con la disponibilidad de luz recibida por cada individuo e incluso su nivel de respuesta podría ayudar a identificar los gremios ecológicos a los que pertenecen las especies del bosque de altura.

Los números entre paréntesis corresponden a la codificación empleada en este documento y el otro número a la codificación original de Dawkins 1958, citado por Synnott 1991.

b- Forma de copa.

Se empleó la clasificación de Dawkins 1958 citado por Synnot 1979, la cual consta de cinco categorías (figura no. 4):

- (1) 5. **Perfecta:** Corresponde a las copas que presentan el mejor tamaño y forma que se observa generalmente, amplio plano circular y simétrica.
- (2) 4. **Buena:** Copas que se acercan mucho al ideal, silviculturalmente satisfactorias, pero con algún defecto leve de simetría o algún extremo de rama muerto.
- (3) 3. **Tolerable:** Apenas satisfactorias silviculturalmente, evidentemente asimétricas o ralas, pero aparentemente capaces de mejorar si se les da espacio.
- (4) 2. **Pobre:** Evidentemente insatisfactorias, presentan muerte regresiva en forma extensa, fuertemente asimétricas y pocas ramas, pero probablemente capaces de sobrevivir.
- (5) 1. **Muy pobre:** Definitivamente degradadas o suprimidas o muy dañadas y posiblemente imposibilitadas de incrementar su tasa de crecimiento o de responder a la liberación.

El aspecto o calidad de la copa en relación con el tamaño y estado de desarrollo del árbol está correlacionado con el incremento y el incremento potencial (Synnott 1991).

Los números entre paréntesis corresponden a la codificación empleada en este documento y el otro número a la codificación original de Dawkins 1958, citado por Synnott 1990.

c) Forma de fuste

La forma de fuste puede no estar estrechamente correlacionada con los incrementos, excepto en los extremos de mala forma (Synnott, 1991).

Esta clasificación utilizada en este estudio está basada en las clases de calidad de fuste definidas por Hutchinson, 1987 (Figura 5).

Dado que se trata de un bosque secundario de corta edad (36 años), en el cual no se encuentran árboles de tamaño comercial para aserrío, la presente clasificación se inicia en la categoría de árboles "Potencialmente maderables", la cual, para efectos de la presente

clasificación se divide en dos categorías (1 y 2), quedando la clasificación total como sigue:

- (1) **FUSTE RECTO:** Tiene una sección recta de por lo menos cuatro metros de largo, sano, sin deformaciones ni ramas en el fuste o muy delgadas (menos de 1 pulgada de diámetro). El árbol muestra una marcada tendencia a producir un fuste recto y único.
- (2) **FUSTE LIGERAMENTE TORCIDO:** Presenta ligeras desviaciones en el fuste causadas por curvatura basal, sinuosidad, curvatura o torcedura; o bien rectos con ramas más gruesas en el fuste.. Estos árboles podrían quedar como remanentes después de un raleo selectivo, para ser eliminados en los raleos de refinamiento.
- (3) **TORCIDO O DEFORMADO:** El Fuste presenta torceduras o curvaturas pronunciadas o fuertes; secciones rectas muy cortos (menos de 4 metros de largo), ramificados o con nudos grandes, daños en el fuste causados por enfermedades, plagas o roce con otros árboles vecinos.
- (4) **MUY TORCIDO O DAÑADO:** Arboles que presentan severas torceduras repetidas, muy ramificados, dañados por plagas o enfermedades y con ramas gruesas. En general presenta una condición con mayores limitantes que la categoría anterior.
- (5) **PODRIDO.** A causa de la pudrición, el fuste no contiene una porción sana y recta. Este árbol debe ser eliminado en un raleo.

e- Altura de la bifurcación.

Punto a partir del cual el eje principal pierde su dominancia por efecto de factores físicos o biológicos, tales como el ataque de plagas o enfermedades, viento, daños causados por ramas altas que se quiebran y causan daño al brote principal (Figura 6).

- (1) **SIN BIFURCACIÓN:** El fuste no presenta bifurcaciones antes de llegar a la base de la copa.
- (2) **BIFURCADO DESPUÉS DE LOS 8 METROS DE ALTURA.** La bifurcación se ubica a más de ocho metros de altura, afectando la tercera troza del árbol o el tercio superior del árbol.
- (3) **BIFURCADO DESPUÉS DE 4 M. Y ANTES DE 8 METROS DE ALTURA.** La bifurcación afecta la segunda troza en el árbol o el tercio medio de la altura total del árbol.

- (4) **BIFURCADO ANTES DE 4 M. DE ALTURA:** La bifurcación afecta los primeros cuatro metros del fustes, ubicándose por encima de 130 m y a menos de cuatro metros de altura (primera troza) o el tercio inferior de la altura total del árbol.
- (5) **BIFURCADO ANTES 1.30 M.:** El fustes se bifurca antes de alcanzar una altura de un 1.30 m. de la base en dos o más ejes.
- (6) **REBROTE:** El árbol presenta ejes múltiples, producto de rebrotes del tocón.

Dado que en visitas preliminares se detectó la existencia de un número considerable de árboles bifurcados, se desarrolló esta clasificación como una forma de evaluar la calidad del bosque.

f. Posición de daño.

Para evaluar el daño detectado en los fustes y ramas de los árboles del bosque secundario, causados por animales, se desarrollo la siguiente guía de clasificación de la posición del daño.

El daño detectado consiste en le desprendimiento de la corteza, dejando expuesta la madera, generando un campo propicio para el ingreso de hongos e insectos taladradores de la madera, además se corta el suministro de nutrientes hacia la copa provocando la muerte de la misma. Si el árbol no muere y las lesiones cicatrizan probablemente atrasarán el crecimiento del árbol y el daño causado a la madera bajará el valor comercial de la misma.

Esta clasificación básicamente lo que pretende es ubicar la posición del daño, cuales especies son las más afectadas y una cuantificación somera de la intensidad del daño, pero difícilmente permitirá detectar si los árboles han sufrido retraso en su crecimiento (Figura 7).

- (1) **SIN LESIONES:** No se observa en el fuste ni en las ramas de la copa la presencia de lesiones.
- (2) **LESIONES SOLO EN LAS RAMAS (de la copa):** Las lesiones solo se observan en las ramas de la copa, cerca de la base de las mismas.
- (3) **LAS LESIONES ESTÁN PRESENTES EN TODO EL FUSTE:**

(3.1) AFECTAN SOLO LA PARTE DEL FUSTE CERCA DE LA BASE DE LA COPA (de la mitad del fuste hacia la copa).

(3.2) AFECTAN SOLO LA PARTE BAJA DEL FUSTE (de la mitad del fuste hacia la base del árbol).

(4) LAS LESIONES ESTÁN PRESENTES TANTO EN LAS RAMAS DE LA COPA COMO EN LA MITAD SUPERIOR DEL FUSTE.

(5) LAS LESIONES ABARCAN TODO EL FUSTE Y RAMAS, SIENDO UN DAÑO MUY SEVERO.

La forma de las lesiones es muy variadas, así se pudieron observar lesiones alargadas, rectangulares, anchas, más delgadas, formando un anillo o una banda a lo largo del árbol.

Para calificar la intensidad del daño, se utilizó un criterio porcentual basado en la cantidad de corteza desprendida alrededor de la circunferencia del árbol y una escala porcentual de 0 a 100%.

El cero (0), árbol sin lesiones observables. El 100% un árbol totalmente anillado.

Como las lesiones pueden estar distribuidas en varias partes del árbol, para calificarle se ubicó la lesión más grande o que abarcaba mayor circunferencia del árbol y a esta se le dio un valor en la escala de 0 a 100%.

Posteriormente, a nivel de gabinete se agruparon en cinco categorías de daño:

- 0 = Sin daño;
- 1- 24.9% = moderado;
- 25 - 49.9= fuerte;
- 50-74.9 = muy fuerte;
- 5-100 = extremadamente fuerte.

ILUMINACION DE COPA

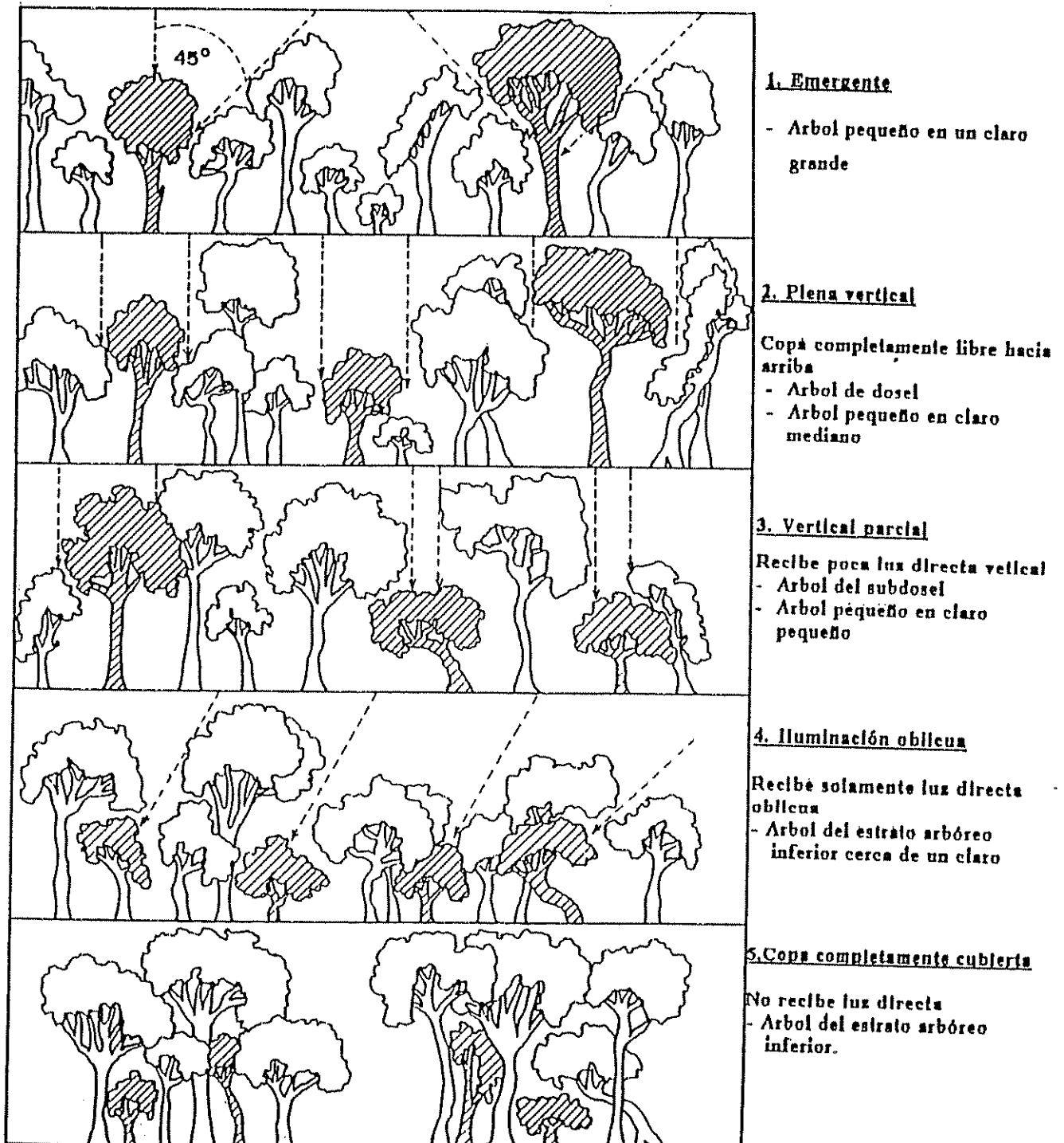


Figura 3. Esquema de las posiciones de copa según Dawkins, 1957, citado por Synnott, 1991.

FORMA DE COPA


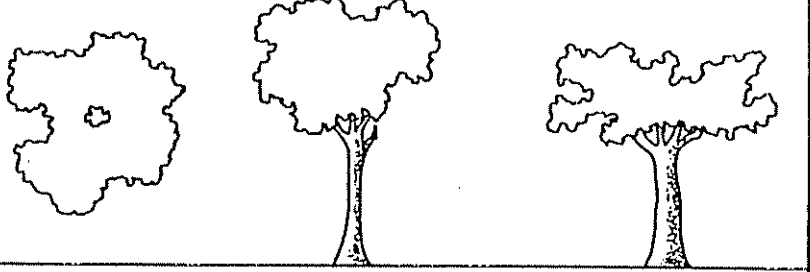
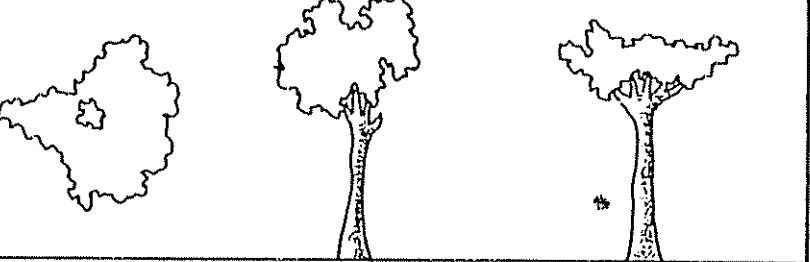
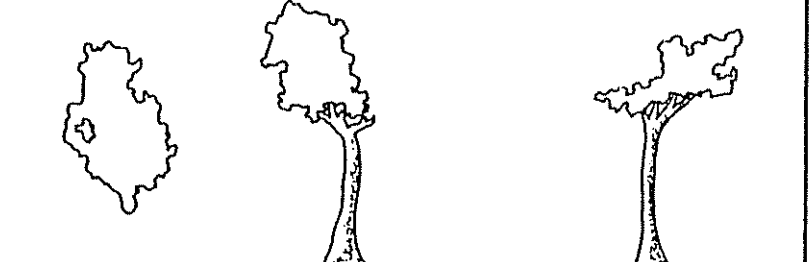
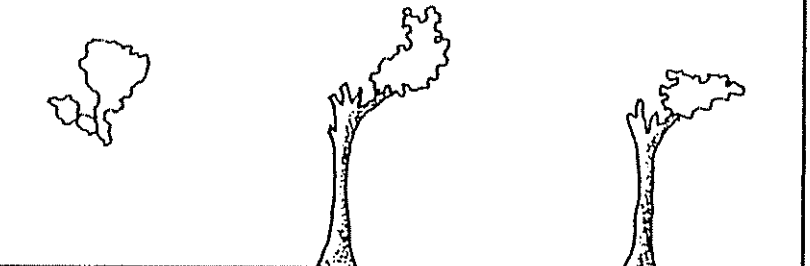
	<p><u>1. Círculo perfecto</u></p> <p>(copa densa, simétrica, desarrollada sin perturbaciones)</p>
	<p><u>2. Círculo irregular</u></p> <p>(± simétrica, algunas ramas muertas, desarrollada en concurrencia con otros árboles)</p>
	<p><u>3. Medio círculo</u></p> <p>(asimétrica, tenue; pero se puede corregir si recibe más luz)</p>
	<p><u>4. Menos de medio círculo</u></p> <p>(muy asimétrica, pocas ramas vitales; con posibilidad de sobrevivir)</p>
	<p><u>5. Pocas ramas</u></p> <p>Una o pocas ramas (degenerado, con daños irreversibles; árbol a morir)</p>

Figura 4. Calificación de la forma de la copa según Dawkins, 1957, citado por Synnott, 1991.

CALIDAD DE FUSTE

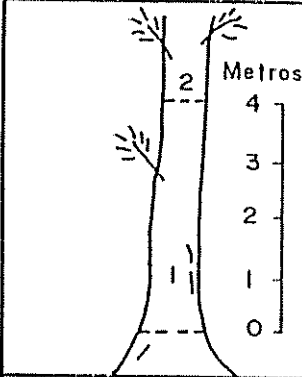
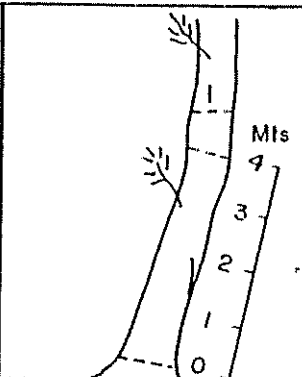
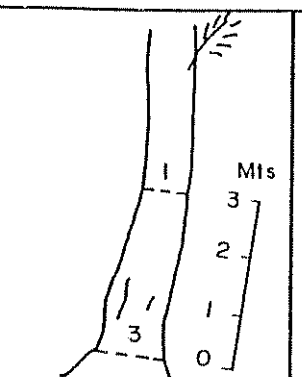
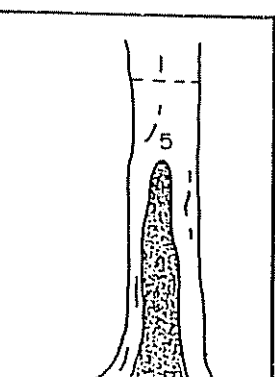
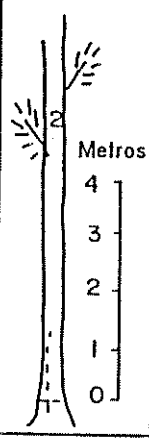
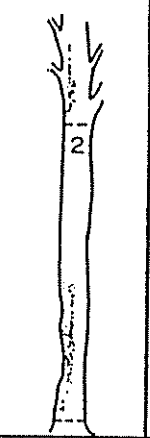
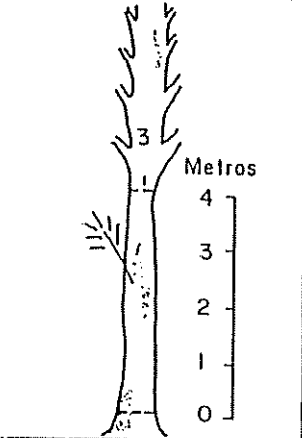
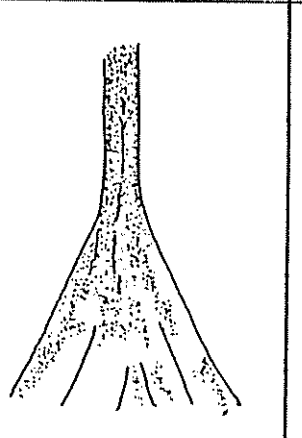
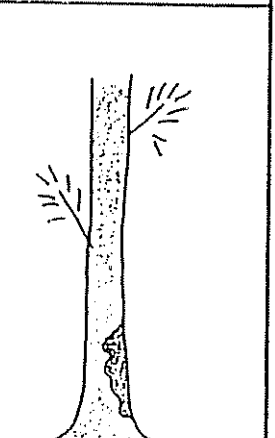
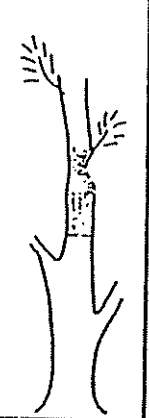
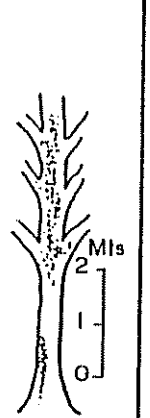
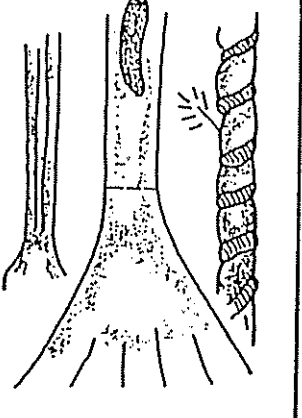
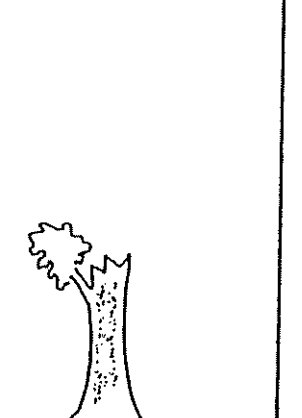
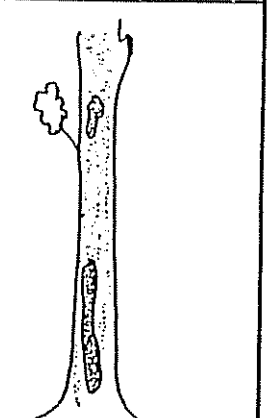
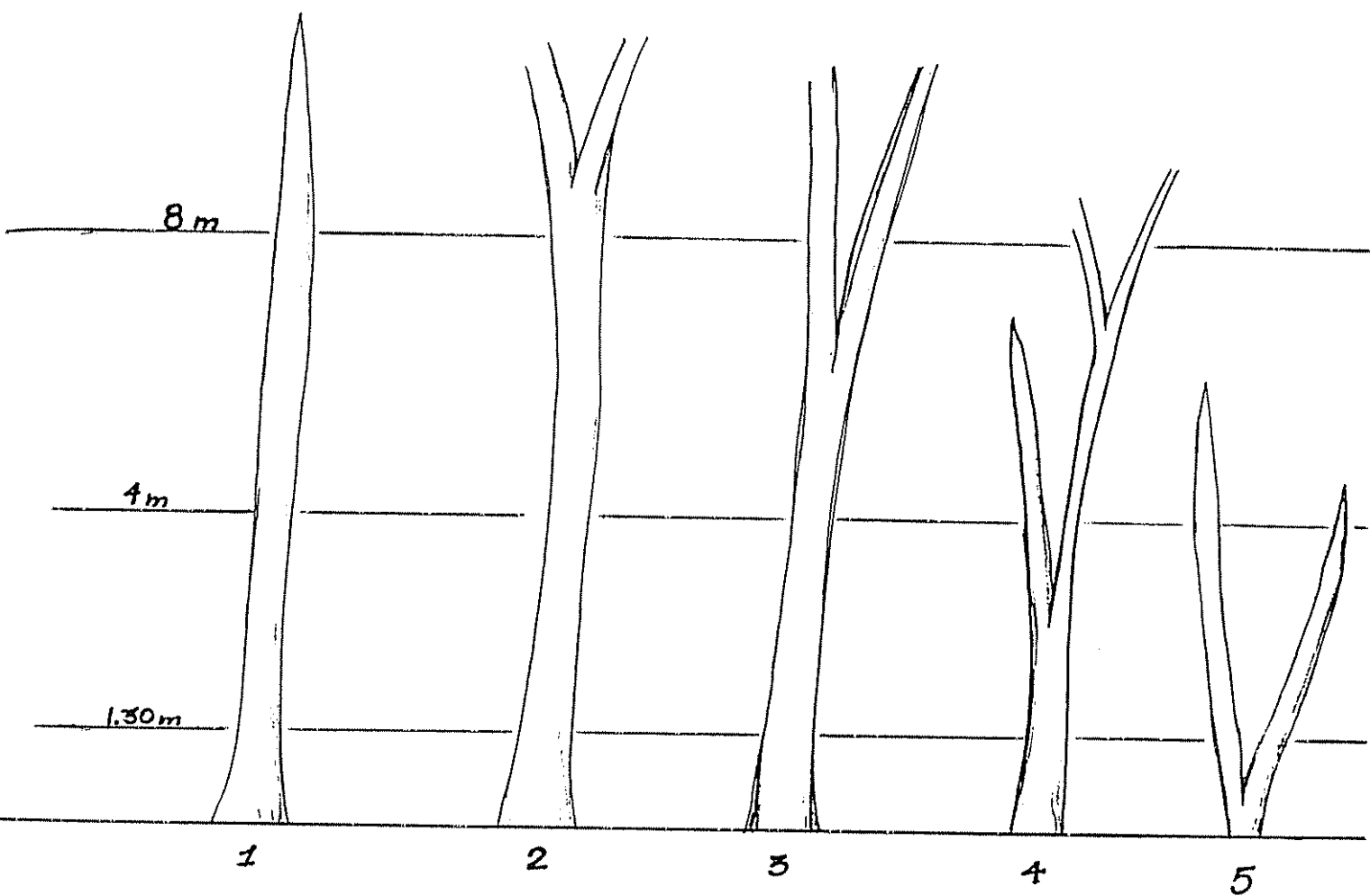
							
Clasificación del árbol		Actualmente maderable 1		1		1	
							
2	2	Clasificación del árbol 2		Potencialmente maderable 2		2	
							
2	Deformado 3	Clasificación del árbol		Dañado 4		Podrido 5	

Figura 5. Calificación de la forma de fuste según Hutchinson, 1987.

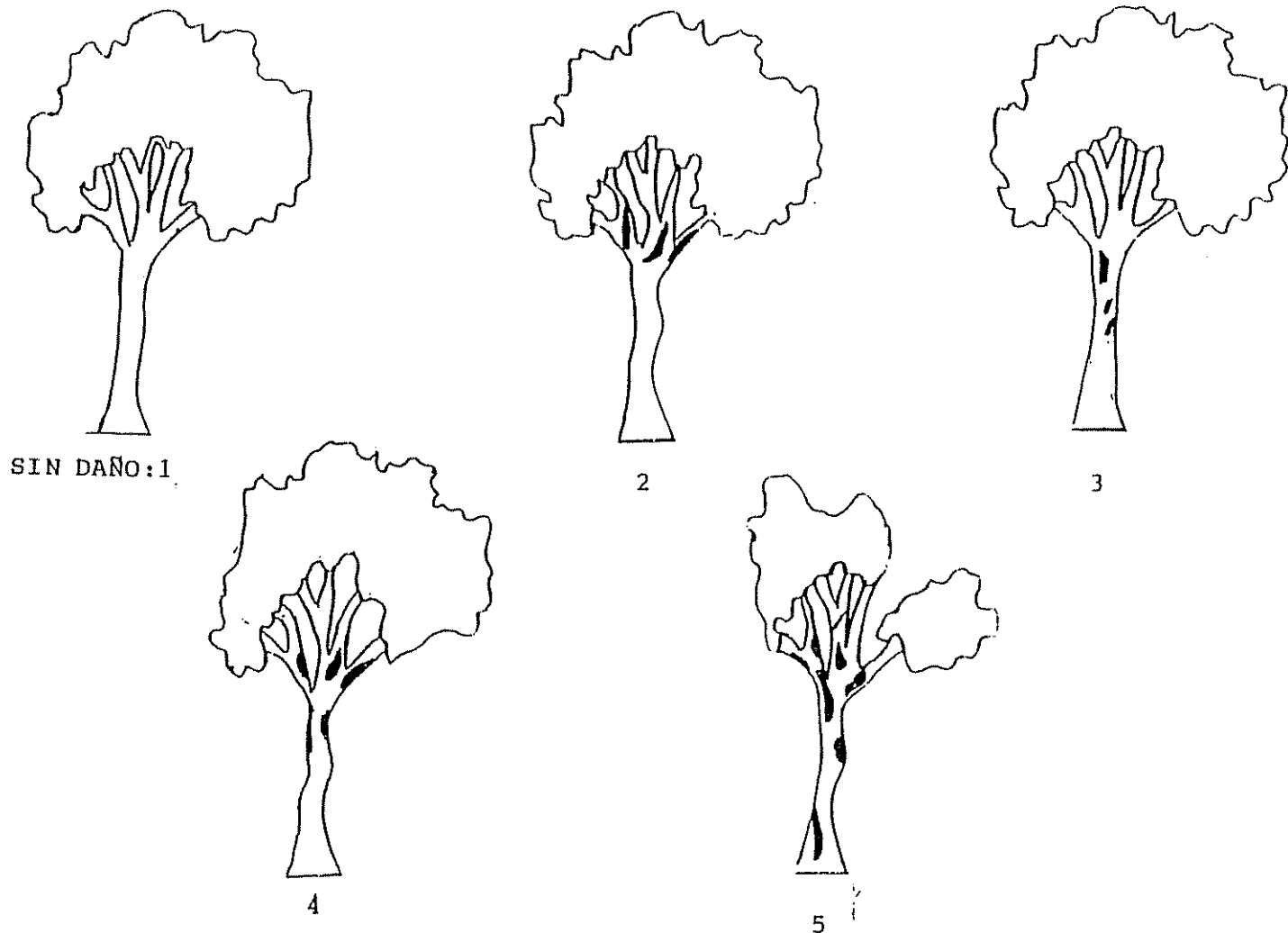


Código

Descripción

- | | |
|---|---|
| 1 | Árbol sin bifurcación. |
| 2 | Bifurcación después de 8 m. |
| 3 | Bifurcado entre 4 m. y 8 m. |
| 4 | Bifurcado antes de 4 metros. |
| 5 | Bifurcado antes de 1.30 m. |
| 6 | Rebrotos de tocón (no está en la figura). |

Figura 6. Calificación de la altura de bifurcación .



Código	Descripción
1	Sin daño visible.
2	Daños solo en las ramas de la copa, principalmente cerca de la base.
3	Daños en el fuste.
3.1	Daños en la segunda mitad del fuste y hasta la base de la copa.
3.2	Daños en la primera troza del fuste.
4	Daños en las ramas de la copa (base) y cualquier parte del fuste, pero moderado.
5	Daños muy severos en las ramas y el fuste (pudrición).

Figura 7.. Calificación de la posición del daño.

ANEXO 3

**LISTA DE LAS ESPECIES PRESENTES EN EL BOSQUE
SECUNDARIO DE VILLA MILLS, SU VALOR COMERCIAL Y FORMA
ADULTA.**

ANEXO 3

Lista de especies presentes en el bosque secundario de Villa Mills, valor comercial y forma adulta.

CÓDIGO	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	VALOR COMERCIAL*	FORMA ADULTA ¹
<i>ESPECIES CON VALOR COMERCIAL</i>					
PAP	PAPAYILLO	<i>Oreopanax oerstedianum</i>	Araliaceae	COM	árbol
PAP o CAV	CACHO DE VENADO	<i>Oreopanax xalapense</i>	Araliaceae	COM	árbol
PAP	PAPAYILLO	<i>Schefflera pittierii</i>	Araliaceae	COM	árbol
PAP	PAPAYILLO	<i>Schefflera sp</i>	Araliaceae	COM	árbol
ARR	ARRAYAN BLANCO	<i>Weinmannia pinnata</i>	Cunoniaceae	COM	árbol
ARR	ARRAYAN	<i>Weinmannia karsteniana</i>	Cunoniaceae	COM	árbol
ARR	ARRAYAN COLORADO	<i>Weinmannia trianaea var sulcata</i>	Cunoniaceae	COM	árbol
ROB	ROBLE BLANCO	<i>Quercus copeyensis</i>	Fagaceae	COM	árbol
ENC	ENCINO	<i>Quercus costaricensis</i>	Fagaceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Aiouea costaricensis</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Aiouea talamancensis</i>	Lauraceae	COM	árbol
QUI	QUIZARRÁ AMARILLO	<i>Nectandra cufodontisii</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Nectandra salicina</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRR	IRA ROSA	<i>Ocotea austinii</i>	Lauraceae	COM	árbol
YEM	YEMA DE HUEVO	<i>Ocotea calophylla</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Ocotea holdridgeiana</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA	<i>Ocotea insularis</i>	Lauraceae	COM	árbol
QUI	QUIZARRACILLO	<i>Ocotea laetevirens</i>	Lauraceae	COM	
IRA	IRA AMARILLO	<i>Ocotea pittierii</i>	Lauraceae	COM	árbol
IRA	IRA AMARILLO	<i>Phoebe mollicella</i>	Lauraceae	COM	árbol
MAG	MAGNOLIA	<i>Magnolia poasana</i>	Magnoliaceae	COM	árbol
MAG	MAGNOLIA AMARILLO	<i>Magnolia sororum</i>	Magnoliaceae	COM	árbol
CIP	CIPRECILLO	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	COM	árbol
LOR	LORITO	<i>Prumnopitys standleyi</i>	Podocarpaceae	COM	árbol
LIM	LIMONCILLO	<i>Prunus cornifolia</i>	Rosaceae	COM	árbol
RES	RESINA	<i>Styrax argenteus</i>	Styracaceae	COM	árbol
TIT	TITORA	<i>Cleyera theaeoides</i>	Theaceae	COM	árbol
CHI	CHILEMUELO	<i>Drymis granadensis</i>	Winteraceae	COM	árbol
ESPECIES SIN VALOR COMERCIAL O MUY BAJO (leña)					
AZU	AZULILLO	<i>Ilex discolor var. lamprophylla</i>	Aquifoliaceae	NO COM	árbol
AZU	AZULILLO	<i>Ilex pallida</i>	Aquifoliaceae	NO COM	árbol
AZU	AZULILLO	<i>Ilex valerii</i>	Aquifoliaceae	NO COM	árbol
CUR	CURA	<i>Viburnum costarricanum</i>	Caprifoliaceae	NO COM	árbol
CUR	CURA	<i>Viburnum venustum</i>	Caprifoliaceae	NO COM	

CÓDIGO	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	VALOR COMERCIAL*	FORMA ADULTA ¹
AGU	AGÜILLA	<i>Hedyosmun bonpladianum</i>	Chlorantaceae	NO COM	arbusto
AGU	AGÜILLA	<i>Hedyosmun goudotianum</i>	Chlorantaceae	NO COM	arbusto
NAN	NANCE	<i>Cletrha gelida</i>	Clethraceae	NO COM	árbol
NAN	NANCE	<i>Cletrha molinae</i>	Clethraceae	NO COM	árbol
AZA	AZAHAR	<i>Clusia major</i>	Clusiaceae	NO COM	bejuco, epífita
AZA	AZAHAR	<i>Clusia minor</i>	Clusiaceae	NO COM	bejuco, epífita
AZA	AZAHAR	<i>Clusia palmana</i>	Clusiaceae	NO COM	bejuco, epífita
AZA	AZAHAR	<i>Clusia stenophylla</i>	Clusiaceae	NO COM	bejuco, epífita
LLO	LLORÓ	<i>Cornus disciflora</i>	Cornaceae	NO COM	árbol
MAD	MADROÑO	<i>Vaccinium consanguineum</i>	Ericaceae	NO COM	árbol
SAL	SALVIA	<i>Buddleia cordata</i>	Loganiaceae	NO COM	
SAL	SALVIA	<i>Buddleia nitida</i>	Loganiaceae	NO COM	
LEN	LENGUA DE TORO	<i>Axinea costaricensis</i>	Melastomaceae	NO COM	herbacea
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Centronia phlomoides</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Leandra costaricensis</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Miconia costaricensis</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
UÑA	UÑA DE GATO	<i>Miconia flavida</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Miconia lauriformis</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Miconia pittierii</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
UÑA	UÑA DE GATO	<i>Miconia pittierii</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
UÑA	UÑA DE GATO	<i>Miconia schnellii</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
UÑA	UÑA DE GATO	<i>Miconia sp</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Miconia tonduzii var. oblongifolia</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
LEN	LENGUA DE VACA	<i>Topobea storkii</i>	Melastomaceae	NO COM	arbusto
URU	URUCA	<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae	NO COM	árbol
HUE	HUESILLO	<i>Ardisia compressa</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbusto
HUE	HUESILLO	<i>Ardisia costaricensis</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbusto
TUC	TUCUICO	<i>Ardisia glanduloso-marginata</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbusto
HUE	HUESILLO	<i>Ardisia minor</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbusto
TUC	TUCUICO	<i>Ardisia palmana</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbol
RAT	RATÓN	<i>Grammadenia myricoides</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbol
RAT	RATONCILLO	<i>Grammadenia myricoides</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbol
HUE	HUESILLO	<i>Parathesis glabra</i>	Myrsinaceae	NO COM	arbusto
SAL	SALVIA	<i>Calante calanthoides</i>	Orchidaceae	NO COM	
RAT	RATÓN DANTO	<i>Panopsis suaveolens</i>	Proteaceae	NO COM	
DUR	DURAZNILLO	<i>Rhamnus humboldtiana</i>	Rhamnaceae	NO COM	arbusto
DUR	DURAZNILLO	<i>Rhamnus oreodendron</i>	Rhamnaceae	NO COM	arbusto
DUR	DURAZNILLO	<i>Rhamnus sphaerosperma var pubescens</i>	Rhamnaceae	NO COM	arbusto
CAF	CAFECILLO	<i>Palicourea adusta</i>	Rubiaceae	NO COM	arbusto
CAF	CAFECILLO	<i>Psychotria cartagenensis</i>	Rubiaceae	NO COM	arbusto
LAG	LAGARTILLO	<i>Zanthoxylum chiriquinum</i>	Rutaceae	NO COM	arbol
LAG	LAGARTO	<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	Rutaceae	NO COM	arbol
ZOR	ZORRILLO	<i>Solanum achraceo-ferrugineum</i>	Solanaceae	NO COM	arbusto

CÓDIGO	NOMBRE COMÚN	ESPECIE	FAMILIA	VALOR COMERCIAL*	FORMA ADULTA ¹
ZOR	ZORRILLO	<i>Solanum dotanum</i>	Solanaceae	NO COM	arbusto
ZOR	ZORRILLO	<i>Solanum sp</i>	Solanaceae	NO COM	arbusto
ZOR	ZORRILLO	<i>Solanum storkii</i>	Solanaceae	NO COM	arbusto
ZOR	ZORRILLO	<i>Solanum vacciniiflorum</i>	Solanaceae	NO COM	arbusto
CUE	CUERILLO	<i>Symplocos iraruensis</i>	Symplocaceae	NO COM	arbol
CUE	CUERILLO	<i>Symplocos serrulata</i>	Symplocaceae	NO COM	arbol
SAL	SALVIA	<i>Aegiphila odontophylla</i>	Verbenaceae	NO COM	arbol
ASC	ASCA	<i>Beilschmeidia pendula</i>	Lauraceae	NO COM	arbol
CAN	CANDELILLO	<i>Fuchsia arborescens</i>	Onagraceae	NO COM	arbusto
CAR	CARNE TORO	<i>Escallonia myrtiloides</i>		NO COM	arbusto

* VALOR COMERCIAL: Blaser , J. (1990);Jiménez y Morera (1996); Pedroni (1990).

1- Forma adulta según Blaser y Camacho (1991); Heywood, V.H. (sf).

Resumen de las especies por valor comercial y forma adulta.

VALOR COMERCIAL	FORMA ADULTA					TOTAL
	ÁRBOL	ARBUSTO	HERBÁCEA	BEJUCOS O EPÍFITAS	NO DEFINIDO	
COMERCIAL	28	0	0	0	1	29
NO COMERCIAL	18	30	1	4	5	58
TOTAL	46	30	1	4	6	87

ANEXO 4

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA.

ANEXO 4

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE VARIANZA

Análisis de varianza para el número de árboles por parcela en la primera¹. (dap \geq 10 cm).

F de V.	G. L.	S de C.	C.M.	F.	Pr > F
BLOQUE	6	41823.86	6970.64	3.05	0.10 NS
TRATAMIENTO	1	7452.07	7452.07	3.26	0.12 NS
ERROR	6	13724.43	2287.41		
TOTAL	13	63000.36			

Los supuestos de normalidad de residuos y homogeneidad de varianzas, necesarios para la validez del análisis de varianza, fueron probados a través de las pruebas de Shapiro -Wilk y de Bartlett respectivamente, obteniéndose que la distribución de los residuos es normal ($P < W = 0.2943$) y las varianzas homogéneas ($P > \chi^2 = 1.0$).

Análisis de varianza para el área basal por parcela (m^2) en la primera medición². (dap \geq 10 cm).

F. de V.	G.L	S de C	C. M.	F	Pr > F
BLOQUE	6	1.6945	0.2824	3.89	0.08 NS
TRATAMIENTO	1	0.093	0.0930	1.28	0.31 NS
NMED1	1	3.5212	3.5212	48.56	0.0009 **
Error	5	0.3626	0.0725		
Total	13	5.6713			

Las pruebas de normalidad (Prueba de Shapiro - Wilk) y de homogeneidad de varianzas (Prueba de Bartlett) para los residuos del análisis de varianza , no fueron significativas, lo cual indica la validez del análisis de varianza efectuado para el área basal por parcela. ($P < W = .50$; $P > \chi^2 = 1.0$).

1 Medición según se definió en la metodología

2 Medición según se definió en la metodología

Análisis de varianza para el incremento en diámetro (ICA (mm/año))

Análisis de varianza para el incremento corriente anual en diámetro (mm/año), para el periodo entre la primera y segunda medición³. (dap \geq 10 cm).

F. de .V.	G.L	S. de C.	C. M.	F	Pr. > F
Bloque	6	26.1907	4.3651	2.59	0.14 NS
Tratamiento	1	21.9149	21.9149	13.00	0.011 *
error	6	10.1150	1.6858		
Total corregido	13	58.2206			

Análisis de varianza para el incremento corriente anual en diámetro (mm/año), para el periodo entre la segunda y tercera medición. (dap \geq 10 cm).

F. de V.	G.L	S. de C.	C.M.	F	Pr. > F
Bloque	6	17.8598	2.9766	2.81	0.1168 ns
Tratamiento	1	12.8379	12.8379	12.13	0.0131 *
Error	6	6.3478	1.0579		
Total	13	37.0455			

Análisis de varianza para el incremento corriente anual en diámetro (mm/año), para el periodo entre la tercera y cuarta medición. (dap \geq 10 cm).

F. de V.	G.L	S. de C.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	4	9.25239469	2.31309867	1.82	0.2874 ns
Tratamiento	1	4.61314143	4.61314143	3.64	0.1291 ns
Error	4	5.07231088	1.26807772		
Total corregido	9	18.93784701			

3 Medición según se definió en la metodología

Análisis de varianza para el incremento de todo el periodo

Análisis de varianza para el incremento corriente anual en diámetro (mm/año), para el periodo entre la primera medición y la medición de 1996. (dap \geq 10 cm).

F. de V	G. L.	S. de C. M.	F	Pr > F
Bloque	6	25.518		0.1139
Tratamient	1	18.723	18.723	12.56 0.0122 *
Error	6	1.4909		
Total	13			

Análisis de varianza para el incremento corriente anual en área basal (m² /año), para el periodo entre la primera medición y la medición de 1996. (dap \geq 10 cm).

F. de V.	G. L.	S. de C.	C. M.	F	Pr > F
Bloque	6	0.00000195	0.00000032	2.36	0.1595 NS
Tratamiento	1	0.00000108	0.00000108	7.86	0.0310 *
Error	6	0.00000082	0.00000014		
Total corr.	13	0.00000385			

PRUEBAS DE NORMALIDAD (Shapiro -Wilk) Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LOS RESIDUOS (Prueba Bartlett).

VARIABLE	NORMALIDAD		HOMOGENEIDAD DE S ²	
	W: Norma 1	Pr < W	X ²	Pr > X ²
ICA1	0.962359	0.7195 ns	0.00	1
ICA2	0.839616	0.0155 *	0.00	1
ICA3	0.951062	0.6657 ns	0.924	0.3365
ICAF	0.949011	0.5177 ns	0.0	1 (a)
IAB1	0.946564	0.4840 ns	0.00	1
IAB2	0.936595	0.3622 ns	0.00	1
IAB3	0.958765	0.7584 ns	0.601	0.4381
ICAABF	0.969006	0.8200 ns	0.0	1

(a) Valores obtenidos de la prueba de homogeneidad de varianza con matriz de covarianza, del procedimiento Discrim del SAS

* Diferencia significativa al 5%.

ns: Diferencia estadística no significativa al 5%.

ANEXO 5

**ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE,
TRATAMIENTO Y MEDICIÓN.**

ANEXO 5

ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA POR ESPECIE, TRATAMIENTO Y MEDICIÓN.

1- BOSQUE SIN TRATAR.

PRIMERA MEDICIÓN (dap > = 10 cm).

Código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	227.610	52.145	4.278	55.699	55	87.30	17.19	125.03	41.68
ROB	56.820	13.018	0.891	11.608	31	49.21	9.69	34.31	11.44
CHI	33.330	7.636	0.525	6.846	37	58.73	11.56	26.04	8.68
ARR	37.140	8.509	0.523	6.813	32	50.79	10.00	25.32	8.44
AGU	14.920	3.418	0.244	3.184	18	28.57	5.62	12.23	4.08
NAN	8.880	2.036	0.164	2.141	21	33.33	6.56	10.74	3.58
CUR	11.420	2.618	0.131	1.708	19	30.16	5.94	10.26	3.42
RAT	8.570	1.964	0.098	1.275	21	33.33	6.56	9.80	3.27
PAP	6.340	1.455	0.127	1.660	12	19.05	3.75	6.87	2.29
CIP	3.170	0.727	0.172	2.248	8	12.70	2.50	5.47	1.82
LIM	4.760	1.091	0.103	1.349	9	14.29	2.81	5.25	1.75
MAD	2.850	0.655	0.088	1.149	9	14.29	2.81	4.62	1.54
ZOR	4.760	1.091	0.043	0.568	8	12.70	2.50	4.16	1.39
TIT	1.580	0.364	0.086	1.125	5	7.94	1.56	3.05	1.02
SAL	2.220	0.509	0.029	0.382	6	9.52	1.88	2.77	0.92
LAG	1.900	0.436	0.021	0.280	6	9.52	1.88	2.59	0.86
ASC	3.170	0.727	0.052	0.685	2	3.18	0.63	2.04	0.68
AZU	1.270	0.291	0.016	0.213	4	6.35	1.25	1.75	0.58
AZA	1.270	0.291	0.016	0.209	4	6.35	1.25	1.75	0.58
CUE	0.950	0.218	0.021	0.282	3	4.76	0.94	1.44	0.48
IRR	0.950	0.218	0.009	0.126	3	4.76	0.94	1.28	0.43
CAR	0.630	0.145	0.009	0.125	2	3.18	0.63	0.90	0.30
IRA	0.630	0.145	0.006	0.086	1	1.59	0.31	0.54	0.18
RES	0.310	0.073	0.008	0.111	1	1.59	0.31	0.50	0.17
YEM	0.310	0.073	0.003	0.043	1	1.59	0.31	0.43	0.14
LLO	0.310	0.073	0.003	0.041	1	1.59	0.31	0.43	0.14
UÑA	0.310	0.073	0.002	0.033	1	1.59	0.31	0.42	0.14
TOTAL	436.50	100.000	7.681	100.00	320	507.94	100.00	300.00	100.00

SEGUNDA MEDICIÓN (dap \geq 10 cm).

código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	276.82	51.506	5.562	54.159	55	87.30	15.15	120.82	40.27
ROB	70.79	13.172	1.589	15.48	33	52.38	9.09	37.74	12.58
CHI	41.27	7.679	0.65	6.328	42	66.67	11.57	25.58	8.53
ARR	44.12	8.21	0.621	6.055	35	55.56	9.64	23.91	7.97
CUR	17.14	3.19	0.209	2.038	25	39.68	6.89	12.12	4.04
NAN	13.33	2.481	0.216	2.104	26	41.27	7.16	11.75	3.92
AGU	16.19	3.012	0.289	2.816	21	33.33	5.79	11.61	3.87
RAT	12.06	2.245	0.134	1.309	25	39.68	6.89	10.44	3.48
PAP	10.15	1.89	0.211	2.061	21	33.33	5.79	9.74	3.25
CIP	3.49	0.65	0.181	1.77	9	14.29	2.48	4.90	1.63
LIM	5.39	1.004	0.121	1.179	9	14.29	2.48	4.66	1.55
MAD	2.85	0.532	0.092	0.898	9	14.29	2.48	3.91	1.30
ZOR	6.03	1.122	0.059	0.582	8	12.70	2.20	3.91	1.30
SAL	2.85	0.532	0.044	0.436	7	11.11	1.93	2.90	0.97
TIT	1.58	0.295	0.087	0.849	5	7.94	1.38	2.52	0.84
LAG	1.9	0.354	0.024	0.233	6	9.52	1.65	2.24	0.75
ASC	3.17	0.591	0.053	0.519	2	3.18	0.55	1.66	0.55
AZA	1.27	0.236	0.018	0.18	4	6.35	1.10	1.52	0.51
AZU	1.27	0.236	0.014	0.139	4	6.35	1.10	1.48	0.49
IRR	1.27	0.236	0.012	0.125	4	6.35	1.10	1.46	0.49
CUE	0.95	0.177	0.027	0.264	3	4.76	0.83	1.27	0.42
CAR	0.63	0.118	0.011	0.115	2	3.18	0.55	0.78	0.26
LOR	0.63	0.118	0.005	0.052	2	3.18	0.55	0.72	0.24
IRA	0.63	0.118	0.006	0.064	1	1.59	0.28	0.46	0.15
RES	0.31	0.059	0.008	0.084	1	1.59	0.28	0.42	0.14
UÑA	0.31	0.059	0.004	0.046	1	1.59	0.28	0.38	0.13
LLO	0.31	0.059	0.004	0.041	1	1.59	0.28	0.38	0.13
CAN	0.31	0.059	0.003	0.036	1	1.59	0.28	0.37	0.12
YEM	0.31	0.059	0.002	0.026	1	1.59	0.28	0.36	0.12
TOTAL	537.46	100.00	10.27	100.00	363	576.19	100.00	300.00	100.00

TERCERA MEDICIÓN (dap > = 10 cm).

código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	290.47	51.146	6.161	54.559	55	87.30	14.71	120.41	40.14
ROB	73.65	12.968	1.739	15.407	34	53.97	9.09	37.47	12.49
ARR	50.47	8.888	0.708	6.272	37	58.73	9.89	25.05	8.35
CHI	42.22	7.434	0.664	5.883	42	66.67	11.23	24.55	8.18
CUR	18.41	3.242	0.238	2.112	26	41.27	6.95	12.31	4.10
NAN	13.96	2.459	0.233	2.067	27	42.86	7.22	11.75	3.92
AGU	15.87	2.795	0.296	2.623	20	31.75	5.35	10.77	3.59
PAP	11.74	2.068	0.255	2.263	24	38.10	6.42	10.75	3.58
RAT	13.33	2.348	0.151	1.342	26	41.27	6.95	10.64	3.55
CIP	3.49	0.615	0.186	1.654	9	14.29	2.41	4.68	1.56
LIM	5.39	0.95	0.127	1.131	9	14.29	2.41	4.49	1.50
ZOR	6.03	1.062	0.062	0.554	9	14.29	2.41	4.02	1.34
MAD	3.17	0.559	0.099	0.883	9	14.29	2.41	3.85	1.28
SAL	2.85	0.503	0.047	0.417	7	11.11	1.87	2.79	0.93
TIT	1.58	0.279	0.087	0.776	5	7.94	1.34	2.39	0.80
LAG	1.9	0.335	0.025	0.222	6	9.52	1.60	2.16	0.72
ASC	4.44	0.783	0.065	0.583	2	3.18	0.53	1.90	0.63
AZU	1.58	0.279	0.022	0.201	5	7.94	1.34	1.82	0.61
AZA	1.27	0.224	0.019	0.174	4	6.35	1.07	1.47	0.49
IRR	1.27	0.224	0.014	0.126	4	6.35	1.07	1.42	0.47
CUE	0.95	0.168	0.03	0.27	3	4.76	0.80	1.24	0.41
CAR	0.63	0.112	0.012	0.11	2	3.18	0.53	0.76	0.25
LOR	0.63	0.112	0.006	0.053	2	3.18	0.53	0.70	0.23
IRA	0.63	0.112	0.006	0.058	1	1.59	0.27	0.44	0.15
RES	0.31	0.056	0.008	0.076	1	1.59	0.27	0.40	0.13
UÑA	0.31	0.056	0.005	0.05	1	1.59	0.27	0.37	0.12
LLO	0.31	0.056	0.004	0.042	1	1.59	0.27	0.37	0.12
CAN	0.31	0.056	0.003	0.033	1	1.59	0.27	0.36	0.12
YEM	0.31	0.056	0.002	0.024	1	1.59	0.27	0.35	0.12
QUI	0.31	0.056	0.002	0.022	1	1.59	0.27	0.35	0.12
TOTAL	567.93	100.00	11.293	100.00	374	593.65	100.00	300.00	100.00

1- BOSQUE TRATADO.

PRIMERA MEDICIÓN. (dap > = 10 cm)

código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	172.060	52.621	2.901	52.643	56	88.89	23.73	128.99	43.00
ROB	71.420	21.845	1.209	21.939	31	49.21	13.14	56.92	18.97
ARR	21.580	6.602	0.350	6.362	28	44.44	11.86	24.83	8.28
CHI	19.360	5.922	0.266	4.839	27	42.86	11.44	22.20	7.40
RAT	5.070	1.553	0.056	1.017	11	17.46	4.66	7.23	2.41
NAN	4.760	1.456	0.084	1.525	10	15.87	4.24	7.22	2.41
CUR	3.810	1.165	0.042	0.776	10	15.87	4.24	6.18	2.06
AGU	3.810	1.165	0.067	1.216	7	11.11	2.97	5.35	1.78
CIP	3.170	0.971	0.094	1.719	6	9.52	2.54	5.23	1.74
PAP	1.900	0.583	0.079	1.434	6	9.52	2.54	4.56	1.52
TIT	2.220	0.680	0.072	1.311	6	9.52	2.54	4.53	1.51
AZU	2.220	0.680	0.049	0.897	5	7.94	2.12	3.70	1.23
ZOR	3.810	1.165	0.041	0.745	3	4.76	1.27	3.18	1.06
ASC	2.220	0.680	0.034	0.627	4	6.35	1.69	3.00	1.00
IRR	2.220	0.680	0.026	0.484	4	6.35	1.69	2.86	0.95
LAG	1.270	0.388	0.012	0.233	4	6.35	1.69	2.32	0.77
MAD	0.950	0.291	0.037	0.670	3	4.76	1.27	2.23	0.74
CUE	0.950	0.291	0.010	0.187	3	4.76	1.27	1.75	0.58
SAL	0.950	0.291	0.016	0.305	2	3.18	0.85	1.44	0.48
LIM	0.630	0.194	0.006	0.115	2	3.18	0.85	1.16	0.39
HUE	0.630	0.194	0.006	0.108	2	3.18	0.85	1.15	0.38
IRA	0.310	0.097	0.027	0.501	1	1.59	0.42	1.02	0.34
YEM	0.310	0.097	0.004	0.080	1	1.59	0.42	0.60	0.20
RES	0.310	0.097	0.004	0.076	1	1.59	0.42	0.60	0.20
LLO	0.310	0.097	0.003	0.066	1	1.59	0.42	0.59	0.20
MAT	0.310	0.097	0.003	0.065	1	1.59	0.42	0.59	0.20
CAN	0.310	0.097	0.002	0.050	1	1.59	0.42	0.57	0.19
TOTAL	326.98	100.00	5.51	100.00	236	374.60	100.00	300.00	100.00

SEGUNDA MEDICIÓN (dap > = 10 cm)

código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	237.46	52.42	4.29	53.64	59	93.65	21.00	127.05	42.35
ROB	104.44	23.06	1.87	23.39	32	50.79	11.39	57.84	19.28
ARR	26.98	5.96	0.43	5.41	33	52.38	11.74	23.11	7.70
CHI	26.03	5.75	0.36	4.55	36	57.14	12.81	23.11	7.70
CUR	7.93	1.75	0.09	1.18	18	28.57	6.41	9.33	3.11
NAN	6.98	1.54	0.12	1.50	14	22.22	4.98	8.02	2.67
AGU	6.03	1.33	0.11	1.32	10	15.87	3.56	6.21	2.07
RAT	6.03	1.33	0.07	0.85	11	17.46	3.91	6.10	2.03
ZOR	6.98	1.54	0.08	0.95	9	14.29	3.20	5.69	1.90
PAP	3.49	0.77	0.11	1.42	9	14.29	3.20	5.40	1.80
CIP	3.17	0.70	0.10	1.27	6	9.52	2.14	4.11	1.37
TIT	2.22	0.49	0.07	0.92	6	9.52	2.14	3.55	1.18
AZU	2.22	0.49	0.05	0.65	5	7.94	1.78	2.92	0.97
ASC	2.22	0.49	0.04	0.47	4	6.35	1.42	2.38	0.79
IRR	2.54	0.56	0.03	0.39	4	6.35	1.42	2.38	0.79
LAG	1.27	0.28	0.01	0.18	4	6.35	1.42	1.88	0.63
MAD	0.95	0.21	0.04	0.50	3	4.76	1.07	1.78	0.59
CUE	0.95	0.21	0.01	0.18	3	4.76	1.07	1.46	0.49
LIM	0.95	0.21	0.01	0.15	3	4.76	1.07	1.43	0.48
SAL	0.95	0.21	0.02	0.23	2	3.18	0.71	1.15	0.38
LLO	0.63	0.14	0.01	0.13	2	3.18	0.71	0.98	0.33
HUE	0.63	0.14	0.01	0.08	2	3.18	0.71	0.93	0.31
IRA	0.31	0.07	0.03	0.35	1	1.59	0.36	0.78	0.26
CAN	0.31	0.07	0.01	0.06	1	1.59	0.36	0.49	0.16
CAV	0.31	0.07	0.00	0.06	1	1.59	0.36	0.49	0.16
YEM	0.31	0.07	0.00	0.06	1	1.59	0.36	0.48	0.16
RES	0.31	0.07	0.00	0.05	1	1.59	0.36	0.48	0.16
MAT	0.31	0.07	0.00	0.05	1	1.59	0.36	0.48	0.16
TOTAL	453.01	100.00	8.00	100.00	281	446.03	100.00	300.00	100.00

TERCERA MEDICIÓN (dap \geq 10 cm)

código	Nabs	Nrel	Gabs	Grel	F	Frel	F%a	I.V.I	I.V.I %
ENC	251.11	51.33	4.850	53.17	60	95.24	20.48	124.98	41.66
ROB	108.88	22.26	2.147	23.54	32	50.79	10.92	56.72	18.91
CHI	34.28	7.01	0.464	5.09	39	61.91	13.31	25.41	8.47
ARR	31.11	6.36	0.498	5.46	34	53.97	11.60	23.43	7.81
CUR	8.88	1.82	0.110	1.21	18	28.57	6.14	9.17	3.06
NAN	9.20	1.88	0.147	1.62	16	25.40	5.46	8.96	2.99
AGU	6.03	1.23	0.112	1.24	10	15.87	3.41	5.88	1.96
RAT	6.34	1.30	0.075	0.82	11	17.46	3.75	5.88	1.96
ZOR	7.30	1.49	0.083	0.91	10	15.87	3.41	5.82	1.94
PAP	3.49	0.71	0.126	1.38	9	14.29	3.07	5.17	1.72
CIP	3.49	0.71	0.109	1.19	7	11.11	2.39	4.30	1.43
TIT	2.22	0.45	0.074	0.82	6	9.52	2.05	3.32	1.11
AZU	2.22	0.45	0.053	0.58	5	7.94	1.71	2.74	0.91
ASC	2.85	0.58	0.049	0.54	4	6.35	1.37	2.49	0.83
IRR	2.54	0.52	0.034	0.37	4	6.35	1.37	2.26	0.75
CUE	1.27	0.26	0.018	0.21	4	6.35	1.37	1.83	0.61
LAG	1.27	0.26	0.014	0.16	4	6.35	1.37	1.78	0.59
MAD	0.95	0.20	0.042	0.47	3	4.76	1.02	1.69	0.56
LIM	0.95	0.20	0.013	0.15	3	4.76	1.02	1.36	0.45
RES	0.95	0.20	0.010	0.11	3	4.76	1.02	1.33	0.44
SAL	0.95	0.20	0.019	0.21	2	3.18	0.68	1.09	0.36
LLO	0.63	0.13	0.011	0.13	2	3.18	0.68	0.94	0.31
HUE	0.63	0.13	0.006	0.07	2	3.18	0.68	0.88	0.29
IRA	0.31	0.07	0.028	0.32	1	1.59	0.34	0.72	0.24
CAN	0.31	0.07	0.005	0.06	1	1.59	0.34	0.47	0.16
CAV	0.31	0.07	0.005	0.06	1	1.59	0.34	0.46	0.15
YEM	0.31	0.07	0.004	0.05	1	1.59	0.34	0.46	0.15
MAT	0.31	0.07	0.004	0.05	1	1.59	0.34	0.45	0.15
TOTAL	489.20	100.00	9.12	100.00	293	465.08	100.00	300.00	100.00

ANEXO 6

**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DEL NÚMERO DE ÁRBOLES Y ÁREA
BASAL POR HECTÁREA, POR TRATAMIENTO Y MEDICIÓN.**

ANEXO 6 .

Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea por tratamiento y medición.

Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea y grupo comercial. Primera medición . Bosque testigo.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	Total	%
ENC	148.30	49.80	19.40	6.00	3.20	1.00	0.00	227.6	52.18
ROB	44.10	8.60	2.20	0.60	0.60	0.30	0.00	56.50	12.95
ARR	33.00	2.50	0.30	0.30	0.30	0.60	0.00	37.10	8.51
CHI	27.30	3.20	1.60	0.60	0.60	0.00	0.00	33.30	7.63
OESPC	9.40	3.80	1.90	0.90	1.20	0.60	0.00	18.10	4.15
OESPNC	48.00	11.50	3.80	0.30	0.00	0.00	0.00	63.60	14.58
TOTAL	310.10	79.40	29.20	8.70	5.90	2.50	0.00	436.2	100.0
PORC. %	71.09	18.20	6.69	1.99	1.35	0.57	0.00	100.0	

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo comercial . Primera medición . Bosque testigo.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	Total	%
ENC	1.71	1.13	0.74	0.35	0.24	0.11	0.00	4.28	55.74
ROB	0.49	0.19	0.08	0.04	0.06	0.03	0.00	0.89	11.57
ARR	0.34	0.06	0.01	0.02	0.02	0.07	0.00	0.52	6.81
CHI	0.29	0.08	0.06	0.04	0.06	0.00	0.00	0.53	6.85
OESPC	0.11	0.09	0.08	0.06	0.11	0.07	0.00	0.52	6.77
OESPNC	0.51	0.26	0.15	0.02	0.00	0.00	0.00	0.94	12.26
TOTAL	3.45	1.80	1.13	0.53	0.49	0.28	0.00	7.68	100.00
PORC. %	44.97	23.45	14.73	6.92	6.34	3.60	0.00	100.0	

Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea y grupo comercial. Segunda medición . Bosque testigo.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40- 45.9	Total	%	N_
									ARB.	
ENC	169.5	67.3	24.4	9.5	4.1	1.9	0	276.8	51.53	
ROB	48.3	17.5	2.9	1	0.6	0.3	0	70.5	13.12	
ARR	39.4	3.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0	44.1	8.21	
CHI	33	5.4	1.6	0.6	0.3	0.3	0	41.3	7.69	
OESPC	12.7	4.7	3.2	0.6	1.6	0.9	0	23.8	4.43	
OESPNC	61.4	13.3	5.4	0.3	0	0	0	80.7	15.02	
TOTAL	364.3	111.4	37.8	12.3	6.9	4	0	537.2	100.00	
%	67.81	20.74	7.04	2.29	1.28	0.74	0.00	100.00		

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo comercial. Segunda medición . Bosque testigo.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40 - 45.9	TOTAL	% AB
ENC	2.000	1.548	0.943	0.532	0.327	0.212	0	5.56	56.19
ROB	0.567	0.379	0.114	0.063	0.06	0.035	0	1.22	12.31
ARR	0.426	0.073	0.011	0.021	0.024	0.068	0	0.62	6.28
CHI	0.361	0.123	0.066	0.044	0.025	0.031	0	0.65	6.56
OESPC	0.144	0.103	0.12	0.038	0.129	0.104	0	0.64	6.45
OESPNC	0.674	0.3	0.215	0.019	0	0	0	1.21	12.20
TOTAL	4.172	2.526	1.469	0.717	0.565	0.45	0	9.90	100.00
%	42.14	25.51	14.84	7.24	5.71	4.54	0.00	100.0	

Distribución diamétrica del número de arboles por hectárea y grupo comercial. Tercera medición . Bosque testigo.

	10 -14.9	15- 19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	TOTAL	%
ENC	165.70	75.90	30.50	12.40	3.50	2.50	0.00	290.50	51.19
ROB	46.30	21.30	3.20	1.00	0.60	1.00	0.00	73.30	12.92
ARR	44.40	4.40	0.30	0.30	0.30	0.60	0.00	50.50	8.90
CHI	33.30	6.00	1.90	0.30	0.30	0.30	0.00	42.20	7.44
OESPC	12.90	6.60	3.20	0.30	1.90	0.60	0.30	25.90	2.06
OESPNC	63.20	15.40	5.70	0.60	0.00	0.00	0.00	85.10	15.00
TOTAL	365.80	129.60	44.80	14.90	6.60	5.00	0.30	567.50	100.00
%	64.46	22.84	7.89	2.63	1.16	0.88	0.05	100.00	

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo comercial. Tercera medición. Bosque testigo.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	TOTAL	%
ENC	1.998	1.719	1.161	0.712	0.285	0.287	0	6.161	56.40
ROB	0.566	0.477	0.123	0.054	0.045	0.101	0	1.366	12.51
ARR	0.484	0.101	0.011	0.021	0.024	0.068	0	0.708	6.48
CHI	0.374	0.137	0.078	0.022	0.023	0.031	0	0.664	6.08
OESPC	0.148	0.147	0.13	0.018	0.155	0.068	0.041	0.706	6.46
OESPNC	0.703	0.351	0.228	0.036	0	0	0	1.318	12.07
TOTAL	4.273	2.932	1.731	0.863	0.532	0.555	0.041	10.923	100.00
%	39.12	26.84	15.85	7.90	4.87	5.08	0.38	100.00	

BOSQUE TRATADO.

Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea y grupo comercial. Primera medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	TOTAL	PORC.%
ENC	121.30	37.50	8.90	1.90	1.30	1.30	0.00	172.10	52.63
ROB	50.20	15.20	4.40	0.00	1.30	0.30	0.00	71.40	21.83
ARR	19.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.60	0.00	21.60	6.61
CHI	16.50	1.90	0.30	0.30	0.00	0.30	0.00	19.40	5.93
OESPC	6.90	1.60	0.30	0.60	0.90	0.60	0.00	11.00	3.36
OESPNC	24.20	5.00	1.80	0.30	0.00	0.00	0.00	31.50	9.63
TOTAL	238.10	62.20	16.00	3.40	3.80	3.10	0.00	327.00	100.00
PORC. %	72.81	19.02	4.89	1.04	1.16	0.95	0.00	100.00	

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo comercial. Primera medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35-39.9	40-44.9	TOTAL	PORC. %
ENC	1.368	0.839	0.346	0.115	0.105	0.128	0	2.902	52.64
ROB	0.561	0.336	0.165	0	0.114	0.033	0	1.209	21.93
ARR	0.202	0.025	0.014	0.016	0.024	0.068	0	0.351	6.37
CHI	0.17	0.038	0.011	0.016	0	0.032	0	0.267	4.84
OESPC	0.074	0.035	0.015	0.036	0.084	0.072	0	0.315	5.71
OESPNC	0.257	0.12	0.075	0.017	0	0	0	0.469	8.51
TOTAL	2.632	1.393	0.626	0.2	0.327	0.333	0	5.513	100.00
PORC. %	47.74	25.27	11.35	3.63	5.93	6.04	0.00	100.00	

Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea y grupo comercial. Segunda medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35.39.9	40 -44.9	TOTAL	% N/HA
ENC	154.6	60.6	16.2	2.9	1.6	1.6	0	237.5	52.47
ROB	70.8	24.1	6.7	1.3	0.6	1.0	0	104.4	23.07
ARR	23.2	1.9	0.6	0.3	0.3	0.6	0	27	5.97
CHI	22.9	2.2	0.3	0.3	0	0.3	0	26	5.74
OESPC	8.7	2.2	0	0.9	0.6	0.6	0	13.3	2.94
OESPNC	34.9	6.9	1.8	0.6	0	0	0	44.4	9.81
TOTAL	315.1	97.9	25.6	6.3	3.1	4.1	0	452.6	100.00
%	69.62	21.63	5.66	1.39	0.68	0.91	0.00	100.00	

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo de comercial. Segunda medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35.39.9	40 -45.9	TOTAL	%AB.
ENC	1.818	1.384	0.629	0.161	0.132	0.168	0	4.292	53.92
ROB	0.826	0.556	0.261	0.068	0.06	0.102	0	1.872	23.52
ARR	0.258	0.04	0.024	0.017	0.026	0.069	0	0.433	5.44
CHI	0.254	0.049	0.011	0.017	0	0.033	0	0.364	4.57
OESPC	0.106	0.05	0	0.052	0.056	0.071	0	0.334	4.20
OESPNC	0.391	0.161	0.076	0.036	0	0	0	0.665	8.35
TOTAL	3.653	2.24	1.001	0.351	0.274	0.443	0	7.96	100.0
%	45.892	28.141	12.575	4.409	3.442	5.565	0.00	100.00	

Distribución diamétrica del número de árboles por hectárea y grupo comercial. Tercera medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.9	30-34.9	35.39.9	40-44.9	TOTAL	%
ENC	148.9	73.7	20.6	4.4	1.6	1.9	0	251.1	51.33
ROB	64.1	30.8	9.8	2.5	0	1.6	0	108.9	22.26
CHI	30.2	3.2	0.3	0.3	0	0.3	0	34.3	7.01
ARR	26	3.2	0.6	0.3	0.3	0.6	0	31.1	6.36
OESPC	9.4	2.8	0.3	0.9	0.6	0.6	0.3	15.2	3.11
OESPNC	37.1	8.4	1.8	0.9	0	0	0	48.6	9.93
TOTAL	315.7	122.1	33.4	9.3	2.5	5	0.3	489.2	100.0
%	64.53	24.96	6.83	1.90	0.51	1.02	0.06	100.00	

Distribución diamétrica del área basal por hectárea y grupo comercial. Tercera medición . Bosque tratado.

	10-14.9	15-19.9	20-24.9	25-29.10	30.34.9	35-39.9	40.44.9	TOTAL	%
ENC	1.788	1.674	0.804	0.249	0.131	0.205	0	4.851	53.18
ROB	0.771	0.693	0.37	0.142	0	0.171	0	2.148	23.55
CHI	0.332	0.069	0.011	0.018	0	0.034	0	0.464	5.09
ARR	0.295	0.066	0.024	0.018	0.026	0.069	0	0.499	5.47
OESPC	0.118	0.064	0.01	0.053	0.057	0.074	0.042	0.416	4.56
OESPNC	0.419	0.193	0.075	0.057	0	0	0	0.744	8.16
TOTAL	3.723	2.759	1.294	0.537	0.214	0.553	0.042	9.122	100.0
%	40.81	30.25	14.19	5.89	2.35	6.06	0.46	100.00	

ANEXO 7

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS Y SU
VALIDACIÓN.**

ANEXO 7

RESULTADO DEL ANÁLISIS CONGLORMRADOS PARA CLASIFICAR LAS ESPECIES POR VELOCIDAD DE CRECIMIENTO.

A nivel de trat/espec. 23-10-96

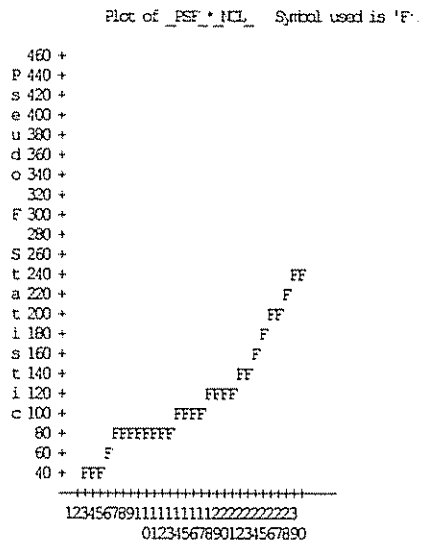
Ward's Minimum Variance Cluster Analysis

Eigenvalues of the Covariance Matrix

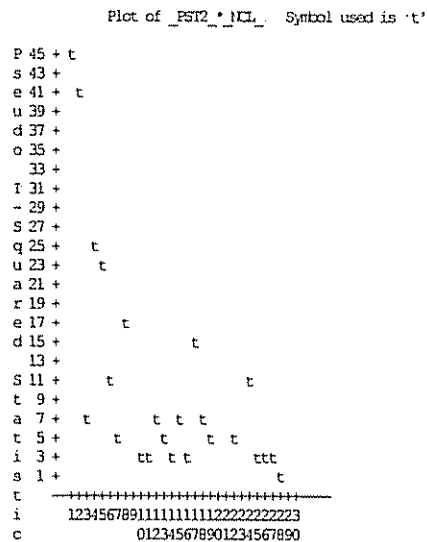
	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	26.6974	22.4514	0.849940	0.84994
2	4.2460	3.7785	0.135176	0.98512
3	0.4675	.	0.014884	1.00000

Root-Mean-Square Total-Sample Standard Deviation = 3.235785
 Root-Mean-Square Distance Between Observations = 7.926021
 Analisis para 4 cluster

Ward's Minimum Variance Cluster Analysis



NOTE: 1 missing. 47 out of range.



NOTE: 6 missing. 47 out of range.

CLUSTER	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1	20	51.3	20	51.
2	11	28.2	31	79.5
3	8	20.5	39	100.0

Miembros que pertenecen a cada cluster

OBS	CLUSTER	IDESPE
1	1	SNAN
2	1	SZOR
3	1	CARR
4	1	SCUR
5	1	CIRR
6	1	SSAL
7	1	SARR
8	1	CCHI
9	1	CNAN
10	1	SAZU
11	1	SLIM
12	1	SAZA
13	1	SCHI
14	1	SENC
15	1	CAGU
16	1	SIRR
17	1	CZOR
18	1	CCIP
19	1	CSAL
20	1	CCUR
21	2	CAZU
22	2	CLAG
23	2	CRAT
24	2	SAGU
25	2	SCIP
26	2	SRAT
27	2	SMAD
28	2	STIT
29	2	SLAG
30	2	SASC
31	2	CTIT
32	3	CENC
33	3	SROB
34	3	CASC
35	3	CROB
36	3	CCUE
37	3	CPAP
38	3	SPAP
39	3	CMAD

General Linear Models Procedure
Class Level Information

Class	Levels	Values
CLUSTER	3	1 2 3

Number of observations in data set = 39

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PROBAR SI EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE CLUSTER PARA CADA UNA DE LA VARIABLE CLASIFICATORIAS.

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: MICAF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	212.5994091	106.2997045	38.06	0.0001**
Error	36	100.5457576	2.7929377		
Corrected Total	38	313.1451667			

R-Square	C.V.	Root MSE	MICAF Mean
0.678916	37.37963	1.671208	4.47090705

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	212.5994091	106.2997045	38.06	0.0001**
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	212.5994091	106.2997045	38.06	0.0001

Dependent Variable: Q1ICAF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	151.9578715	75.9789358	25.19	0.0001**
Error	36	108.5843953	3.0162332		
Corrected Total	38	260.5422668			

R-Square	C.V.	Root MSE	Q1ICAF Mean
0.583237	63.03210	1.736731	2.75531144

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	151.9578715	75.9789358	25.19	0.0001**
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	151.9578715	75.9789358	25.19	0.0001

Dependent Variable: Q3ICAF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	461.4431425	230.7215713	52.41	0.0001**
Error	36	158.4838528	4.4023292		
Corrected Total	38	619.9269953			

R-Square	C.V.	Root MSE	Q3ICAF Mean
0.744351	29.16501	2.098173	7.19414477

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	461.4431425	230.7215713	52.41	0.0001**

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
CLUSTER	2	461.4431425	230.7215713	52.41	0.0001

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: MICA
 Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 36 MSE= 2.792938
 Critical Value of Studentized Range= 3.457
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '***'.

CLUSTER Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
3 - 1	2.635	4.343	6.052	***
3 - 2	4.847	6.745	8.643	***
1 - 3	-6.052	-4.343	-2.635	***
1 - 2	0.868	2.402	3.935	***
2 - 3	-8.643	-6.745	-4.847	***
2 - 1	-3.935	-2.402	-0.868	***

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Q1ICA
 Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 36 MSE= 3.016233
 Critical Value of Studentized Range= 3.457
 Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '***'.

CLUSTER Comparison	Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
3 - 1	2.171	3.947	5.723	***
3 - 2	3.670	5.642	7.615	***
1 - 3	-5.723	-3.947	-2.171	***
1 - 2	0.101	1.695	3.288	***
2 - 3	-7.615	-5.642	-3.670	***
2 - 1	-3.288	-1.695	-0.101	***

Analisis para 3 cluster

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Q3ICAF

Alpha= 0.05 Confidence= 0.95 df= 36 MSE= 4.402329

Critical Value of Studentized Range= 3.457

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by '****'.

CLUSTER Comparison		Simultaneous Lower Confidence Limit	Difference Between Means	Simultaneous Upper Confidence Limit	
3	- 1	3.816	5.962	8.107	***
3	- 2	7.595	9.978	12.361	***
1	- 3	-8.107	-5.962	-3.816	***
1	- 2	2.091	4.016	5.941	***
2	- 3	-12.361	-9.978	-7.595	***
2	- 1	-5.941	-4.016	-2.091	***

DISCRIMINANT ANALYSIS

39 Observations 38 DF Total
3 Variables 36 DF Within Classes
3 Classes 2 DF Between Classes

Class Level Information

CLUSTER	Frequency	Weight	Proportion	Prior Probability
1	20	20.0000	0.512821	0.333333
2	11	11.0000	0.282051	0.333333
3	8	8.0000	0.205128	0.333333

DISCRIMINANT ANALYSIS POOLED COVARIANCE MATRIX INFORMATION

Covariance Natural Log of Determinant
Matrix Rank of the Covariance Matrix

3 2.26337011

DISCRIMINANT ANALYSIS CLASSIFICATION SUMMARY FOR CALIBRATION DATA: WORK.C3

Cross-validation Summary using Linear Discriminant Function

Posterior Probability of Membership in each CLUSTER:

$$\Pr(j|X) = \frac{\exp(-.5 D_j^2(X))}{\sum_k \exp(-.5 D_k^2(X))}$$

Posterior Probability of Membership in CLUSTER:

Obs	From CLUSTER	Classified into CLUSTER	1	2	3
1	1	1	0.8560	0.1438	0.0001
2	1	1	0.9828	0.0140	0.0032
3	1	1	0.9752	0.0039	0.0209
4	1	1	0.8798	0.1201	0.0001
5	1	1	0.9622	0.0339	0.0039
6	1	1	0.9826	0.0170	0.0004
7	1	1	0.9189	0.0013	0.0798
8	1	1	0.9443	0.0033	0.0524
9	1	2 *	0.3766	0.6234	0.0000
10	1	1	0.6291	0.3709	0.0000
11	1	1	0.9730	0.0265	0.0006
12	1	1	0.9539	0.0460	0.0002
13	1	1	0.6203	0.3797	0.0000
14	1	1	0.9766	0.0214	0.0020

* Misclassified observation

Number of Observations and Percent Classified into CLUSTER:

From CLUSTER	1	2	3	Total
1	19	1	0	20
	95.00	5.00	0.00	100.00
2	1	10	0	11
	9.09	90.91	0.00	100.00
3	2	0	6	8
	25.00	0.00	75.00	100.00
Total	22	11	6	39
Percent	56.41	28.21	15.38	100.00
Priors	0.3333	0.3333	0.3333	

Error Count Estimates for CLUSTER:

	1	2	3	Total
Rate	0.0500	0.0909	0.2500	0.1303
Priors	0.3333	0.3333	0.3333	

CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS

Class Level Information

CLUSTER	Frequency	Weight	Proportion
1	20	20.0000	0.512821
2	11	11.0000	0.282051
3	8	8.0000	0.205128

CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS PAIRWISE SQUARED DISTANCES BETWEEN GROUPS

$$D^2(i|j) = (\bar{X}_i - \bar{X}_j)' \text{COV}^{-1} (\bar{X}_i - \bar{X}_j)$$

Squared Distance to CLUSTER

From CLUSTER	1	2	3
1	0	6.59946	14.83484
2	6.59946	0	40.59501
3	14.83484	40.59501	0

CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS

Univariate Test Statistics

F Statistics, Num DF= 2 Den DF= 36

Variable	Total STD	Pooled STD	Between STD	R-Squared	RSQ/ (1-RSQ)
MICAF	2.8707	1.6712	2.8595	0.678916	2.1145
Q1ICAF	2.6185	1.7367	2.4175	0.583237	1.3994
Q3ICAF	4.0390	2.0982	4.2128	0.744351	2.9116

Multivariate Statistics and F Approximations

S=2 M=0 N=16

Statistic	Value	F	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.15426961	17.5214	6	68	0.0001
Pillai's Trace	0.87859891	9.1406	6	70	0.0001
Hotelling-Lawley Trace	5.26909927	28.9800	6	66	0.0001
Roy's Greatest Root	5.22834856	60.9974	3	35	0.0001

NOTE: F Statistic for Roy's Greatest Root is an upper bound.
NOTE: F Statistic for Wilks' Lambda is exact.

CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS

	Canonical Correlation	Adjusted Canonical Correlation	Approx Standard Error	Squared Canonical Correlation
1	0.916212	0.911194	0.026046	0.839444
2	0.197877	0.137490	0.155870	0.039155

Eigenvalues of INV(E)*H
= CanRsqr/(1-CanRsqr)

	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
1	5.2283	5.1876	0.9923	0.9923
2	0.0408	.	0.0077	1.0000

Test of H0: The canonical correlations in the current row and all that follow are zero

	Likelihood Ratio	Approx F	Num DF	Den DF	Pr > F
1	0.15426961	17.5214	6	68	0.0001
2	0.96084489	0.7131	2	35	0.4971

Total Canonical Structure

	CAN1	CAN2
MICAF	0.897637	0.254349
Q1ICAF	0.825338	0.540106
Q3ICAF	0.941641	-0.026099

Between Canonical Structure

	CAN1	CAN2
MICAF	0.998133	0.061082
Q1ICAF	0.990160	0.139943
Q3ICAF	0.999982	-0.005986

Pooled Within Canonical Structure

	CAN1	CAN2
MICAF	0.634754	0.439996
Q1ICAF	0.512272	0.820089
Q3ICAF	0.746237	-0.050597

CANONICAL DISCRIMINANT ANALYSIS

Standardized Canonical Coefficients

	CAN1	CAN2
MICAF	1.792753113	-1.789003882
Q1ICAF	-0.769585935	2.651072499
Q3ICAF	1.545207480	-0.618235177

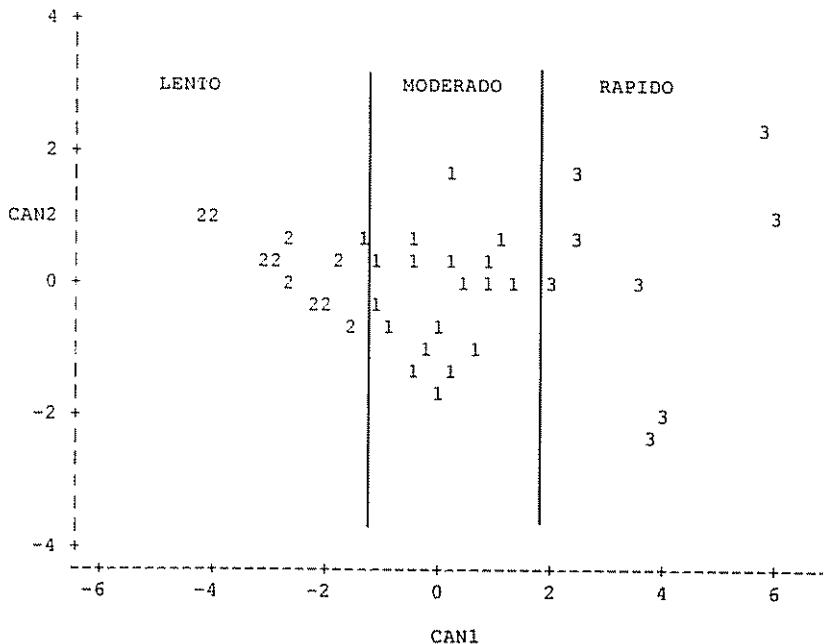
Raw Canonical Coefficients

	CAN1	CAN2
MICAF	0.624510044	-0.623203989
Q1ICAF	-0.293906930	1.012451689
Q3ICAF	0.382567723	-0.153064768

Class Means on Canonical Variables

CLUSTER	CAN1	CAN2
1	-0.070345864	-0.188935616
2	-2.608644061	0.206664732
3	3.762750244	0.188175033

Plot of CAN2*CAN1. Symbol is value of CLUSTER.



NOTE: 2 obs hidden.

ANEXO 8

**RECLUTAMIENTO POR ESPECIE Y DIÁMETRO MÍNIMO DE
INGRESO POR TRATAMIENTO Y MEDICIÓN.**

ANEXO 8

RECLUTAMIENTO POR ESPECIE Y DIÁMETRO MÍNIMO DE INGRESO POR TRATAMIENTO Y MEDICIÓN (dap \geq 10 cm).

BOSQUE TESTIGO.

BLOQUE	1			2			3			4			
	CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min
ENC	37	0.3902	100	8	0.0678	100	3	0.0243	100				
NAN	9	0.0801	100	0	0	0	0	0	0				
CHI	5	0.0428	100	0	0	0	1	0.008	101				
ROB	3	0.0279	104	0	0	0	0	0	0				
AGU	2	0.0175	101	0	0	0	1	0.0079	100				
ARR	2	0.019	109	0	0	0	0	0	0				
PAP	2	0.0308	137	0	0	0	0	0	0				
RAT	2	0.018	106	1	0.0079	100	0	0	0				
SAL	2	0.0301	113	0	0	0	0	0	0				
CAN	1	0.0119	123	0	0	0	0	0	0				
CIP	1	0.0079	100	0	0	0	0	0	0				
CUR	1	0.0099	112	0	0	0	0	0	0				
IRR	1	0.0083	103	0	0	0	0	0	0				
LIM	1	0.0093	109	0	0	0	0	0	0				
YEM	1	0.0087	105	0	0	0	0	0	0				
ZOR	0	0	0	1	0.008	101	0	0	0				
TOTAL	70	0.7124		10	0.0837		5	0.0402					

BLOQUE	2			3			4			
	CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min
ENC	29	0.2643	100	6	0.0506	101	2	0.0215	102	
ROB	6	0.0551	103	2	0.0175	105	1	0.0083	103	
CHI	4	0.0346	101	1	0.0079	100	1	0.0082	102	
RAT	3	0.0255	101	1	0.008	101	0	0	0	
PAP	2	0.0172	101	2	0.0192	110	1	0.0079	100	
ARR	1	0.0109	118	2	0.0216	105	0	0	0	

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	
CUR	1	0.0087	105	2	0.0193	105	0	0	105	
LOR	1	0.009	107	0	0	0	0	0	0	
NAN	1	0.0085	104	0	0	0	0	0	0	
AGU	0	0	0	1	0.0079	100	0	0	0	
TOTAL	48	0.4338		17	0.152		5	0.0459		

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	
ROB	30	0.2967	100	6	0.0505	100	1	0.0085	104	
ZOR	9	0.0819	100	1	0.0092	108	1	0.0079	100	
AGU	3	0.0339	105	0	0	0	0	0	0	
CUR	3	0.0262	100	0	0	0	0	0	0	
ARR	1	0.0087	105	0	0	0	0	0	0	
RAT	1	0.01	113	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	47	0.4574		7	0.0597		2	0.0164		

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	
ENC	22	0.2175	100	5	0.044	101	1	0.0079	100	
CUR	9	0.077	100	2	0.0169	102	1	0.0082	102	
CHI	7	0.058	100	2	0.0165	102	0	0	0	
PAP	6	0.0543	100	1	0.009	107	0	0	0	
ROB	4	0.033	101	0	0	0	0	0	0	
NAN	3	0.0249	100	0	0	0	0	0	0	
ARR	2	0.0182	105	2	0.0162	100	0	0	0	
RAT	2	0.0172	100	0	0	0	0	0	0	
LIM	1	0.0079	100	0	0	0	0	0	0	
LOR	1	0.008	101	0	0	0	0	0	0	
AGU	0	0	0	0	0	0	1	0.008	101	
ASC	0	0	0	0	0	0	1	0.008	101	
TOTAL	57	0.516		12	0.1026		4	0.0321		

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	
		m2	Min		m2	Min		m2	Min	
ENC	51	0.59	100	7	0.0576	100	2	0.0167	101	
CHI	7	0.0694	100	0	0	0	0	0	0	
CUR	5	0.0497	102	1	0.0079	100	1	0.0079	100	
ARR	3	0.0269	102	0	0	0	0	0	0	
PAP	2	0.0236	111	0	0	0	0	0	0	
NAN	1	0.008	101	0	0	0	0	0	0	
QUI	0	0	0	1	0.0079	100	0	0	0	
TOTAL	69	0.7676		9	0.0734		3	0.0246		

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	
		m2	Min		m2	Min		m2	Min	
ENC	6	0.0492	100	5	0.0451	103	0	0	0	
ARR	3	0.0245	100	7	0.0632	100	0	0	0	
CHI	2	0.0165	102	2	0.0167	101	0	0	0	
RAT	1	0.008	101	1	0.0087	105	0	0	0	
ROB	1	0.008	101	2	0.0194	106	0	0	0	
AZU	0	0	0	1	0.0241	175	0	0	0	
TOTAL	13	0.1062		18	0.1772		0	0		

BLOQUE		MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
CÓDIGO	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	Frec	AB	Dap	
		m2	Min		m2	Min		m2	Min	
ARR	7	0.0628	100	9	0.0946	100	0	0	0	
ENC	7	0.0594	100	16	0.2036	101	0	0	0	
RAT	3	0.029	105	1	0.009	107	0	0	0	
ASC	0	0	0	4	0.0328	100	0	0	0	
MAD	0	0	0	1	0.0167	146	0	0	0	
NAN	0	0	0	2	0.0208	100	0	0	0	
PAP	0	0	0	2	0.0176	100	0	0	0	
TOTAL	17	0.1512		35	0.3951		0	0		

BOSQUE TRATADO

BLOQUE	1								
	MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
	CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2
ENC	66	0.7759	100	11	0.0922	100	3	0.024	100
CHI	10	0.0992	100	2	0.0162	101	2	0.0162	101
AGU	5	0.0454	100	0	0	0	0	0	0
ROB	5	0.0565	108	1	0.0082	102	1	0.0085	104
ARR	4	0.0392	104	1	0.0079	100	0	0	0
PAP	4	0.0445	111	0	0	0	0	0	0
NAN	2	0.0223	113	0	0	0	0	0	0
ZOR	2	0.0214	116	0	0	0	0	0	0
CAV	1	0.0152	139	0	0	0	0	0	0
CUR	1	0.0079	100	0	0	0	0	0	0
LLO	1	0.0119	123	0	0	0	0	0	0
RAT	0	0	0	0	0	0	1	0.008	101
TOTAL	101	1.1394		15	0.1245		7	0.0567	

BLOQUE	2								
	MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4		
	CÓDIGO	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2	Dap Min	Frec	AB m2
ROB	35	0.321	100	8	0.0652	100	1	0.0085	104
ENC	16	0.1512	100	7	0.0589	101	2	0.0161	100
CUR	3	0.0281	105	2	0.016	101	1	0.0079	100
AGU	2	0.0274	106	0	0	0	0	0	0
ARR	2	0.0158	100	1	0.0083	103	1	0.0085	104
CHI	2	0.028	122	4	0.0318	100	2	0.0165	101
RAT	2	0.0164	100	0	0	0	1	0.0079	100
PAP	0	0	0	0	0	0	1	0.0079	100
TOTAL	62	0.5879		22	0.1802		9	0.0733	

BLOQUE 3									
MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4			
CÓDIGO	AB		Dap	AB		Dap	AB		Dap
	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min
ROB	49	0.4688	100	2	0.0167	101	0	0	0
ZOR	9	0.0851	101	0	0	0	0	0	0
ENC	6	0.0726	109	1	0.0079	100	0	0	0
CUR	2	0.0234	119	1	0.0085	104	0	0	0
ARR	1	0.0108	117	0	0	0	1	0.0083	103
CHI	1	0.0088	106	0	0	0	0	0	0
RAT	0	0	0	0	0	0	1	0.0079	100
RES	0	0	0	1	0.009	107	0	0	0
TOTAL	68	0.6695		5	0.0421		2	0.0162	

BLOQUE 4									
MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4			
CÓDIGO	AB		Dap	AB		Dap	AB		Dap
	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min
ENC	17	0.1764	102	3	0.0268	106	0	0	0
ROB	15	0.162	100	3	0.026	103	1	0.008	101
CUR	5	0.0499	103	0	0	0	0	0	0
CHI	3	0.0313	108	0	0	0	0	0	0
ARR	2	0.0183	100	0	0	0	0	0	0
NAN	1	0.0095	110	0	0	0	0	0	0
PAP	1	0.0106	116	0	0	0	0	0	0
ZOR	1	0.0092	108	1	0.0079	100	0	0	0
TOTAL	45	0.4672		7	0.0607		1	0.008	

BLOQUE 5									
MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4			
CÓDIGO	AB		Dap	AB		Dap	AB		Dap
	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min
ENC	79	0.7462	100	7	0.0571	100	2	0.0158	100
CHI	2	0.0208	100	0	0	0	0	0	0
CUR	2	0.0173	104	0	0	0	0	0	0
LIM	1	0.0079	100	0	0	0	0	0	0
CUE	0	0	0	1	0.0083	103	0	0	0
TOTAL	84	0.7922		8	0.0654		2	0.0158	

BLOQUE 6										
MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4				
CÓDIGO	AB		Dap		AB		Dap		AB	
	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	
ENC	16	0.1417	100	11	0.0939	100	0	0	0	0
ARR	5	0.0414	100	3	0.0249	100	0	0	0	0
CHI	1	0.0083	103	8	0.0668	100	0	0	0	0
NAN	0	0	0	2	0.0182	104	0	0	0	0
TOTAL	22	0.1914		24	0.2038		0	0		

BLOQUE 7										
MEDICIÓN 2			MEDICIÓN 3			MEDICIÓN 4				
CÓDIGO	AB		Dap		AB		Dap		AB	
	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	Frec	m2	Min	
ENC	4	0.041	100	4	0.0333	101	0	0	0	0
NAN	4	0.0324	100	5	0.0408	100	0	0	0	0
ARR	2	0.0267	106	9	0.0892	100	0	0	0	0
CHI	2	0.0167	100	12	0.1083	101	0	0	0	0
IRR	1	0.01	113	0	0	0	0	0	0	0
RAT	1	0.0082	102	2	0.0176	106	0	0	0	0
ASC	0	0	0	2	0.0181	106	0	0	0	0
CIP	0	0	0	1	0.0085	104	0	0	0	0
RES	0	0	0	1	0.0085	104	0	0	0	0
TOTAL	14	0.135		36	0.3243		0	0		