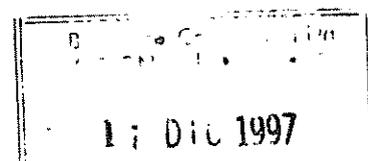


CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSTGRADO



**FACTORES ASOCIADOS CON EL CRECIMIENTO DE DOS BOSQUES
HUMEDOS TROPICALES INTERVENIDOS SILVICULTURALMENTE EN RIO
SAN JUAN, NICARAGUA.**

POR

ALFONSO DANILO CASTILLO URBINA

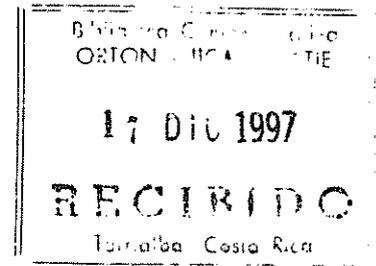


Turrialba, Costa Rica
1997

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSTGRADO



[Faint handwritten text]
"FACTORES ASOCIADOS CON EL CRECIMIENTO DE DOS BOSQUES
HUMEDOS TROPICALES INTERVENIDOS SILVICULTURALMENTE EN RIO
SAN JUAN, NICARAGUA."

POR

ALFONSO DANILO CASTILLO URBINA

CATIE

Turrialba, Costa Rica
1997

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Subdirección General Adjunta de Enseñanza
Programa de Estudios de Postgrado

**FACTORES ASOCIADOS CON EL CRECIMIENTO DE DOS BOSQUES
HUMEDOS TROPICALES INTERVENIDOS SILVICULTURALMENTE EN RIO
SAN JUAN, NICARAGUA.**

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

MAGISTER SCIENTIAE

por

Alfonso Danilo Castillo Urbina

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
Diciembre, 1997

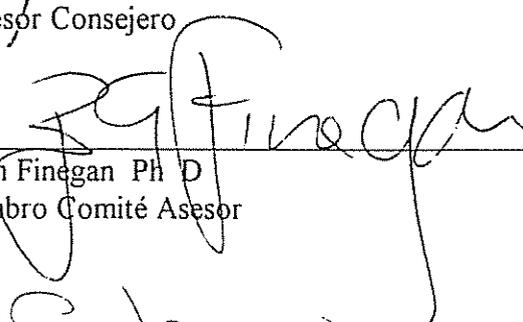
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

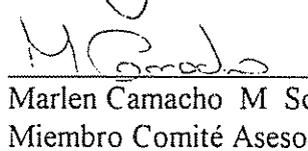
FIRMANTES



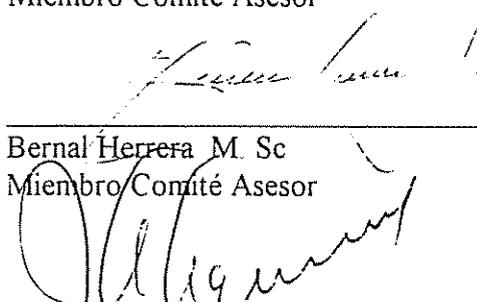
José Joaquín Campos Ph D.
Profesor Consejero



Bryan Finegan Ph D.
Miembro Comité Asesor

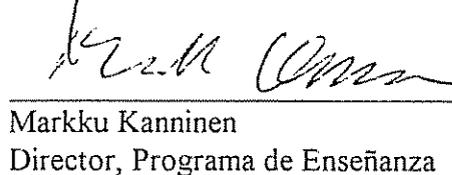


Marlen Camacho M Sc.
Miembro Comité Asesor

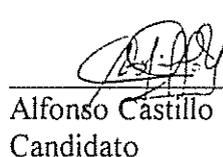


Bernal Herrera M. Sc.
Miembro Comité Asesor

Juan A. Aguirre Ph D.
Jefe, Area de Postgrado



Markku Kanninen
Director, Programa de Enseñanza



Alfonso Castillo
Candidato

DEDICATORIA

A Dios, Ser Supremo y hacedor de todas las cosas, por haberme dado la vida.

A Ernesto, *in memoriam*, mi querido suegro, quien no tuvo la gracia de ver culminado mis esfuerzos. Que El Señor lo tenga en su regazo.

A Ericka, mi amada esposa, por haberme animado a lo largo de estos dos años de sacrificios lejos del terruño que nos vio nacer.

A Daniéricka, mi adorada hija, por quien todos los sacrificios no son suficientes.

A Esperanza y Alfonso, mis padres, por todo el amor que me han brindado y por la preparación que con mucho esfuerzo me han sabido dar.

A mis hermanos Jorge Eduardo, Bosco René, María Eugenia y Ericka Margarita, quienes de una manera u otra me han animado a continuar adelante.

AGRADECIMIENTOS

- El autor desea brindar los más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

- A DANIDA y COSUDE, quienes co-financiaron mis estudios de maestría en CATIE.

- A la Universidad Centroamericana (UCA) en Nicaragua, que a través del Proyecto Trópico Húmedo me permitió desarrollar la fase de campo del presente estudio.

- Al Dr. José Joaquín Campos, mi Profesor Consejero, quien ha sido guía de este trabajo, aportando sus conocimientos y consejos de manera oportuna.

- Al Dr. Bryan Finegan, a la M. Sc. Marlen Camacho y al M. Sc. Bernal Herrera, miembros del Comité Asesor, por sus aportes al trabajo. En especial a Marlen, quien fue apoyo fundamental en la primera fase de análisis de resultados.

- Al Sr. Hugo Brenes Cambroner, amigo y excompañero de trabajo en el Proyecto CATIE-RENARM/PBN y actual Programador del Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, quien me enseñó muchísimo sobre el manejo de la información generada en el campo y su sistematización.

- Al Lic. Johnny Pérez por sus aportes en la parte biométrica y sobre todo en la segunda fase de análisis de resultados.

- A los señores Cristóbal Góngora (baquiano del Proyecto Trópico Húmedo desde el inicio del mismo); Abraham Marín y Társilo Catón, quienes en conjunto con los Lic. Eugenia Rojas y Luis Canda participaron decididamente en el levantamiento de los datos de campo. A los señores Alberto Arguello, Francisco Guido y José María Pérez, y los Licenciados Pablo Arróliga, Armando Castañeda y Gerardo Jiménez, quienes trabajaron con ahínco en los primeros años del Proyecto levantando la información de campo que también fue incorporada en el presente trabajo.

CASTILLO URBINA, A. 1997. Factores asociados con el crecimiento de dos bosques húmedos tropicales intervenidos silviculturalmente en Río San Juan, Nicaragua. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba. Costa Rica. 95 p.

Palabras clave: Crecimiento diamétrico, tratamientos silviculturales, modelos de crecimiento, bosque húmedo tropical, Nicaragua

RESUMEN

Se presenta un estudio sobre factores asociados con el crecimiento de dos bosques húmedos tropicales intervenidos silviculturalmente en Río San Juan, al sureste de Nicaragua.

El estudio se llevó a cabo en los sitios La Lupe, que corresponde a un bosque intervenido de manera tradicional en 1985-86 y luego sometido a tratamientos silviculturales (1992-1994), y Los Filos, que fue sometido a un aprovechamiento mejorado (1992). En el primer sitio se cuenta con seis parcelas permanentes y en el segundo con ocho parcelas de una ha, en cada caso.

En ambos bosques el grupo de especies esciófitas y las especies no comerciales son mayoritarias. La especie dominante es *Pentaclethra maculosa*, una esciófita parcial, lo cual es típico en los bosques de bajura de la vertiente atlántica de Costa Rica y de Río San Juan, Nicaragua.

Se analizó el incremento diamétrico mediano de las especies encontrándose que las de mayor incremento fueron seis especies heliófitas efímeras, cuyo crecimiento osciló entre 10 y 15 mm anuales. Las especies fueron agrupadas a través de un análisis de conglomerados, en cuatro categorías de crecimiento (lento, medianamente lento, medianamente rápido y rápido crecimiento).

La mayoría de las especies son de lento a medianamente lento crecimiento, aunque se encontró que en Los Filos las especies, en general, crecen a mayor velocidad que en La Lupe, aunque a nivel individual los mayores incrementos se encontraron en La Lupe.

En La Lupe se detectaron diferencias en el número de individuos y el área basal como efecto de los tratamientos aplicados. Además se determinó que hay una influencia positiva general en el incremento. Otro aspecto a mencionar es que en el reclutamiento se obtienen más ingresos en las parcelas tratadas silviculturalmente. La mortalidad natural es similar tanto en parcelas tratadas

como testigo, con la salvedad que hay un ligero incremento después de las intervenciones.

El efecto de los tratamientos a nivel de especies no es muy claro, ya que de 49 especies comunes en parcelas tratadas y testigo, el 57% mantienen la misma velocidad de crecimiento, un 25% la aumentan y el restante 18% la disminuyen. Es probable que por contar con muchas especies que tienen pocos individuos los datos no puedan ser concluyentes. Debe señalarse además que no todas las especies responden de la misma manera a las intervenciones.

Por otro lado, se encontraron correlaciones significativas entre el Incremento diamétrico Medio Anual (IMA) y las variables del árbol y topográficas. Sin embargo, tales correlaciones son bajas en general, excepto con la variable de velocidad de crecimiento (cluster), que tiene una correlación media (entre 40 y 60%). El IMA logró ser explicado en un 39% en La Lupe y un 31% en Los Filos a partir de cinco y seis variables del árbol respectivamente y una variable topográfica (en ambos casos).

Los coeficientes de determinación ajustados por los modelos se consideran aceptables (39 a 41% en La Lupe y 31 a 34% en Los Filos), si se toma en cuenta todas las fuentes de variación que no fueron incluidas en dichos modelos.

CATILLO URBINA, A. 1997. Associate factors with the growth of two tropical rainforests silviculturally intervened in Rio San Juan, Nicaragua. Mag Sci Thesis. CATIE, Turrialba. Costa Rica. 95 p.

Keywords: Diameter Growth, silvicultural treatments, growth models, tropical rainforest, Nicaragua

SUMMARY

A study on associate factors with the growth of two tropical rainforests silviculturally intervened in Rio San Juan, to the southeast from Nicaragua is presented.

The study was carried out in the sites called "La Lupe", that presents a forest intervened from traditional way in 1985-86 and then subjected to silvicultural treatments (1992, 1994), and "Los Filos", that it was subjected to an improved technical (1992). In the first place there are six permanent plots of 1 hectarea, and in the second 8 permanent plots.

In both forests the group of shaded species and the species not commercial they are majorities. The dominant species is *Pentaclethra macroloba*, a partial shaded, which is typical in the lowlands forests of the Atlantic slope from Costa Rica and Rio San Juan, Nicaragua.

The median diameter increment of the species was analyzed, being that those of major increment was six light demander species, whose growth oscillated between 10 and 15 annual milimeters. The species were contained according to their speed of growth, through an cluster analysis, determining four speeds (slow, middling slow, middling quick and quick growth).

Most of the species are of slow to middling slow growth, although it was in Los Filos that the species in general grow to old speeds that in La Lupe, but not to individual level since the old increments were in La Lupe.

In La Lupe were detected differences in the number of individuals and the basal area like effect of the applied treatments. It was also determined that there is a positive general influence in the increment. Another aspect to mention is that in the recruitment better results in the parcels are obtained with treatment. The natural mortality is similar so much in parcels tried like witness, with the exception that there is a slight increment after the interventions.

The effect of the treatments to level of species is not very clear, since of 49 common species in tried parcels and witness, the 57% they maintain speed

of growth, a 25% they increase it and the remaining 18% they diminish it. It is probable that by having many species that have few individuals, the data they could not be conclusive. It should also point out that not all the species respond in the same way to the interventions.

On the other hand, they were significant correlations between the diameter Increment Annual Means (IMA) and the variables of the tree and topographical variables. However, such correlations are low in general, except the group of growth (cluster), that it has a half correlation (between 40 and 60%). The IMA was able to be explained in a 39% in La Lupe and a 31% in Los Filos starting from five to six variables of the tree and one topographical variable.

The coefficients of adjusted determination for the models are considered acceptable (39 to 41% in La Lupe and 31 to 34% in Los Filos), if it are considered all the sources of variation that were not included in model statements.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
2.3. Hipótesis	2
3. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Crecimiento en bosques naturales tropicales	3
3.2. Determinación del crecimiento en árboles tropicales	3
3.3. Factores que influyen en el crecimiento	5
3.4. Modelos de crecimiento y rendimiento	6
3.4.1. Origen de los datos	8
3.4.2. Tipos de modelos	9
3.4.3. Componentes del modelo	11
3.4.4. Construcción de modelos	12
3.4.5. Validación de los modelos	12
3.5. Antecedentes de las intervenciones en los sitios de investigación	14
3.5.1. Sitio La Lupe	15
3.5.1.1. Tratamiento silvicultural.	16
3.5.2. Sitio Los Filos	18
4. METODOLOGIA	19
4.1. Descripción del sitio	19
4.1.1. Ubicación del área de estudio	19
4.1.2. Clima y Zona de Vida	19
4.1.3. Topografía y suelos	20
4.1.4. Vegetación	22
4.2. Parcelas de estudio	22
4.2.1. Diseño y descripción de las parcelas	22
4.3. Evaluación y descripción del bosque	23
4.3.1. Variables de medición	23
4.3.2. Agrupación de las especies	24
4.3.3. Evaluación del bosque	25
4.4. Criterios utilizados para el análisis de crecimiento	28
4.5. Evaluación del efecto del tratamiento silvicultural a nivel de especies y del rodal	29

4.6. Asociación entre el incremento diamétrico y las variables del árbol y topográficas	30
5. RESULTADOS Y DISCUSION	32
5.1. Evaluación y descripción del bosque	32
5.1.1. Riqueza, diversidad y composición florística	32
5.1.2. Distribuciones totales y por grupos de especies, número de árboles y áreas basales	34
5.1.3. Importancia ecológica de las especies	40
5.1.4. Mortalidad y reclutamiento	42
5.1.4.1. Mortalidad	42
5.1.4.2. Reclutamiento	44
5.2. Crecimiento de las especies.	46
5.2.1. Incremento diamétrico	46
5.2.2. Efecto del tratamiento a nivel de especies y del rodal	53
5.2.3. Velocidad de crecimiento	58
5.2.4. Agrupación de las especies según su velocidad de crecimiento.	61
5.2.5. Evaluación de la asociación entre el incremento diamétrico y las variables del árbol y topográficas	63
5.2.6. Construcción de los modelos de crecimiento diamétrico.	67
5.2.6.1. Validación de los modelos	75
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
7. BIBLIOGRAFIA	80
8. ANEXOS	85
8.1. Anexo 1.	86
8.2. Anexo 2	88
8.3. Anexo 3.	91
8.4. Anexo 4	98
8.5. Anexo 5.	102
8.6. Anexo 6	104

LISTA DE CUADROS

1. - Cociente de mezcla (CM) en las parcelas de medición permanente (1 ha).
Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **33**
2. - Distribución del número de especies por grupo ecológico. Sitios La Lupe y
Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **34**
3. - Distribución del número de especies por grupo comercial. Sitios La Lupe
y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **35**
4. - Número de árboles y área basal por clase diamétrica y grupo ecológico.
Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. **38**
5. - Número de árboles y área basal por clase diamétrica y grupo ecológico.
Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **38**
6. - Número de árboles y área basal por clase diamétrica y grupo comercial.
Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. **39**
7. - Número de árboles y área basal por clase diamétrica y grupo comercial.
Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **40**
8. - Índice de valor de importancia simplificado (IVIs). Sitio La Lupe, Río
San Juan, Nicaragua. **41**
9. - Índice de valor de importancia simplificado (IVIs). Sitio Los Filos, Río
San Juan, Nicaragua. **42**
- 10.- Mortalidad por tratamiento, sitio y medición. Sitios La Lupe y Los Filos,
Río San Juan, Nicaragua. **43**
- 11.- Reclutamiento por tratamiento, sitio y medición. Sitios La Lupe y Los
Filos, Río San Juan, Nicaragua. **46**
- 12.- Medianas del incremento diamétrico para los diferentes períodos de
medición por tratamiento silvicultural. Sitio La Lupe, Río San Juan,
Nicaragua. **47**
- 13.- Medianas de incremento diamétrico para los diferentes períodos de
medición. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. **48**

14.- Medianas de incremento diamétrico por tratamiento y sitio. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	49
15.- Medianas de incremento diamétrico por grupo ecológico. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua	52
16.- Medianas de incremento diamétrico por grupo comercial. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	53
17.- Especies de mayor incremento diamétrico mediano anual. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	59
18.- Número de especies por conglomerado (cluster) de crecimiento. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	62
19.- Coeficientes de correlación y su nivel de significancia estadística entre el Incremento diamétrico Medio Anual (IMA) y las variables del árbol y topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.	64
20.- Coeficientes de correlación y su nivel de significancia estadística entre el Incremento diamétrico Medio Anual (IMA) y las variables del árbol y topográficas. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	66
21.- Resultados del análisis de varianza para el modelo lineal de IMA a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.	70
22.- Resultados del análisis de varianza para el modelo semilogarítmico de IMA a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.	71
23.- Resultados del análisis de varianza para el modelo lineal de IMA a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	73
24.- Resultados del análisis de varianza para el modelo semilogarítmico de IMA a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.	73
25.- Algunos estadísticos de la validación de los modelos lineales y semilogarítmicos. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.	76

LISTA DE FIGURAS

1. - Ubicación de las áreas de estudio La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 21
2. - Número de árboles $dap \geq 10$ cm por clase diamétrica. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 36
3. - Area basal promedio por clase diamétrica. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 37
4. - Mortalidad por tratamiento, sitio y período de medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 44
5. - Reclutamiento por tratamiento, sitio y periodo de medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 46
6. - Incremento diamétrico por períodos de crecimiento por tratamiento silvicultural. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. 48
7. - Incremento diamétrico por períodos de crecimiento por sitio y tratamiento silvicultural. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 50
8. - Número de individuos por tratamiento silvicultural por medición. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. 54
9. - Area basal por tratamiento silvicultural por medición. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. 55
- 10.- Efecto del tratamiento silvicultural en la clasificación de 49 especies según su velocidad de crecimiento. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. 57
- 11.- Interacción de las especies más numerosas en los sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. 60

1. INTRODUCCION

En los trópicos la pérdida de los bosques naturales es cada vez más evidente. La destrucción de unos 7.5 millones de ha de bosques húmedos tropicales por año, además de unos 4 millones de ha de bosques ralos y de sabana, ha puesto de relieve la importancia de su ordenación (FAO/PNUMA, 1981, citado por Schmidt, 1987).

En Nicaragua, los conocimientos que se tienen sobre los procesos dinámicos y silviculturales del bosque húmedo tropical son muy limitados. Partiendo del hecho de que en el país existe aún una extensa superficie con bosques húmedos (unos 2.1 millones de hectáreas de bosque de producción), en parte ya explotados, y de que hay un deseo legítimo por desarrollar su potencial de modo que éste sea sostenible, se hace necesario conocer cómo funciona este ecosistema y hasta qué punto se puede intervenir de manera racional, de tal forma que derive beneficios al país y se asegure su conservación en forma sostenible.

A partir de lo anterior el presente trabajo está encaminado a lograr un mayor conocimiento sobre la dinámica del recurso, y a tratar de predecir su crecimiento, de modo que pueda ser intervenido sin disminuir la generación de recursos económicos inmediatos, ni reducir el potencial de crecimiento futuro. Ahora que es requisito legal la preparación y presentación de planes de manejo para el aprovechamiento del bosque latifoliado, se espera que los conocimientos generados en este estudio puedan servir, en alguna medida, para la preparación de dichos planes y/o como base para otras investigaciones.

2. OBJETIVOS

2.1. *Objetivo general*

- Conocer el efecto de algunos parámetros del rodal y del sitio en el crecimiento de dos bosques intervenidos silviculturalmente.

2.2. *Objetivos específicos*

- Agrupar las especies según las velocidades de crecimiento mostradas durante el período del estudio.
- Conocer el efecto del tratamiento silvicultural en las especies y el rodal.
- Evaluar el grado de asociación entre el incremento diamétrico y las variables del árbol y topográficas.

2.3. *Hipótesis*

El crecimiento del bosque húmedo tropical de La Lupe y Los Filos está asociado con algunos parámetros indicadores de las condiciones ambientales e intrínsecos de los árboles en estudio.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1. *Crecimiento en bosques naturales tropicales*

El crecimiento está definido como el aumento de tamaño de un organismo a medida que transcurre el tiempo. Su cuantificación se denomina incremento (Finegan, 1996).

Thren (1993) sostiene que los árboles de un bosque crecen durante el período vegetativo que es definido para las zonas templadas al empezar las temperaturas bajo cero; en las zonas subtropicales por efectos de los períodos de sequía, y en los trópicos, donde hay poca diferencia entre invierno y verano, el crecimiento es más o menos constante según la lluvia.

Ashton *et. Al.* (1980) sostienen que hay pruebas de que existe una gran variación en la velocidad de crecimiento entre unas especies y otras. En este sentido, manifiestan que el crecimiento de un árbol dado puede ser muy irregular, tanto a corto como a largo plazo.

3.2. *Determinación del crecimiento en árboles tropicales*

La determinación del crecimiento anual y la edad de los árboles en los trópicos ha sido realizada principalmente por tres métodos (Mariaux, 1981):

- 1.- Mediciones periódicas (1, 2 o 5 años) de las circunferencias de una población de árboles de la misma o de diferente especie en el mismo período en un bosque natural.
- 2.- Colecciones de datos de mediciones obtenidos de rodales de edad conocida.

3.- La identificación experimental de los anillos de crecimiento anual y la aplicación de muestreos estadísticos (análisis fustales).

El crecimiento de los árboles individuales puede expresarse tanto en términos de incremento diamétrico como de incremento de área basal, aunque estas podrían expresar un incremento o crecimiento algo diferente de acuerdo al diámetro inicial del árbol (Whan Razali, 1988).

La mejor forma de expresar el crecimiento es a través del incremento diamétrico e incremento en área basal. Lo anterior debido a que se reduce la probabilidad de sub o sobreestimar el incremento, contrario a lo que sucede con el volumen, principalmente, por la falta de precisión al medir la altura de los árboles. Así, algunos autores utilizan el incremento diamétrico (Whan Razali, 1988; Siteo, 1992; Camacho y Finegan, 1997), y otros utilizan el incremento porcentual del área basal (Wadsworth y Hutchinson, 1995, citados por Sánchez Sánchez, 1995). En este particular Whan Razali (1988) menciona que la decisión de muchos investigadores de utilizar una u otra manera para expresar el incremento al parecer se ha tomado de manera arbitraria. De la misma manera, Vanclay (1994) señala que la decisión de utilizar una u otra forma de expresar el incremento está basada en la conveniencia del investigador. El hecho de utilizar valores de incremento absolutos nos da una idea acerca del volumen, lo cual no sucede cuando se utilizan valores relativos.

A menudo la distribución de los incrementos no es normal y la varianza estadística es alta, por lo que el incremento promedio no representa el crecimiento de la población estudiada, pues sobrestima el crecimiento de la mayoría de los árboles y subestima el crecimiento de los mejores. Finegan (1996) recomienda determinar las estadísticas básicas del incremento como primer paso en cualquier análisis; si los datos no son normales recomienda

utilizar la mediana, la moda y los cuartiles para caracterizar la distribución del incremento.

Sheil (1995) atribuye los cambios registrados en las mediciones de diámetro (ignorando el error metodológico bruto y los fustes dañados) a tres factores principales: el crecimiento de la madera, la tensión hidrostática del fuste y las mediciones incorrectas. El crecimiento de la madera no suele ser negativo en el tiempo, aunque algunas especies mudan la corteza en escamas lo suficientemente grandes para causar pequeños decrecimientos. La tensión hidrostática es una característica controlada por la turgencia frente al estrés de humedad en fustes individuales, es proporcional al tamaño del fuste y varía con el punto de medición de referencia. Las diferencias entre períodos pueden ser positivas o negativas. Las mediciones incorrectas son un factor metodológico influenciado por el tamaño, la forma del fuste, la superficie del fuste, y por el medidor. La precisión obtenida en las mediciones puede ser aumentada a través de la verificación y chequeo de las mismas.

3.3. Factores que influyen en el crecimiento

El crecimiento de las plantas es un proceso fisiológico principalmente controlado por los niveles de luz, calor, humedad, nutrientes y estrés mecánico que incluye daños por tormentas, predación animal e intervención humana. Los niveles de luz pueden tener mucha influencia en la actividad hormonal, en la producción fotosintética y la temperatura de las hojas (Reed, 1980).

Según Zeide (1993) el crecimiento es el resultado de dos fuerzas opuestas. El componente positivo de esas fuerzas, vivamente manifestado por la expansión de un organismo representa la tendencia innata hacia la multiplicación exponencial. Dicho componente está asociado con el potencial

biótico, la actividad fotosintética, la absorción de nutrientes, el metabolismo constructivo, el anabolismo, etc.. El componente opuesto representa las restricciones impuestas por factores externos (competencia, recursos limitados, respiración y estrés) e internos (mecanismos de autorregulación y envejecimiento). Tales factores que afectan adversamente el crecimiento han sido referidos como la resistencia ambiental, los metabolismos destructivos, los catabolismos, la respiración, etc..

En los bosques disetáneos el incremento de un árbol depende en general de la posición de éste con respecto a sus competidores. Esa posición no depende principalmente del tamaño, y por ende, el incremento diamétrico de un período determinado no presenta relaciones fuertes al tamaño inicial. Sin embargo, la velocidad de crecimiento está relacionada al tamaño adulto de la especie (Finegan, 1996).

En los bosques naturales el crecimiento más activo se registra en los claros creados por la muerte de árboles grandes. En éstos, incremento está íntimamente correlacionado con la iluminación de las copas, de modo que los árboles grandes muestran un incremento promedio más alto que los pequeños (Alder, 1986).

3.4. Modelos de crecimiento y rendimiento

Hughell (1991) define un modelo como “una representación de un sistema real, mediante la integración de la información empírica y de los procesos lógicos de ese sistema”.

Un modelo de crecimiento y rendimiento forestal es una síntesis matemática que permite predecir el crecimiento y el rendimiento del rodal

según la dinámica del mismo, que puede incluir crecimiento, mortalidad reclutamiento, efectos de tratamientos silviculturales y otros cambios en estructura y composición (Camacho, 1996). El modelo de crecimiento proyecta el estado futuro de un parámetro determinado de un rodal, y el de rendimiento predice la cosecha futura de madera u otro producto.

Vanclay (1994a) sostiene que los modelos de crecimiento ayudan a los forestales en la predicción de futuros rendimientos, la exploración de opciones silviculturales; y por lo tanto, a la exploración de opciones de manejo con el fin de lograr la sostenibilidad del recurso.

Los propósitos por los que se desarrollan son entre otros (Hughell 1991):

- estimar la producción futura para determinar el turno óptimo y realizar análisis financieros y económicos;
- estimar el crecimiento bajo condiciones donde no existan datos;
- comparar alternativas de manejo para analizar el uso de la tierra;
- simular prácticas silviculturales y;
- sintetizar hipótesis, conocimientos y datos experimentales del comportamiento de los bosques en una expresión inteligible.

Vanclay (1989) sostiene que para satisfacer los requerimientos de la regulación del rendimiento, un modelo característico debería satisfacer lo siguiente:

- modelar el crecimiento del rodal, que prediga el crecimiento anual;
- determinístico, para permitir un pronóstico eficiente del rendimiento;
- modular, para facilitar la substitución de sus componentes;
- suficientemente flexible para utilizar datos derivados de una variedad de inventarios;

- facilitar la investigación de un amplio rango de estrategias de aprovechamiento.

3.4.1. Origen de los datos

La información básica para la determinación del crecimiento y rendimiento puede ser obtenida a través de parcelas permanentes de crecimiento establecidas especialmente, o a través de inventarios forestales continuos (Dance y Malleux, 1975). En este sentido, Synnott (1979) señala que dentro del inventario forestal continuo una red de parcelas permanentes de muestreo suministrará información confiable para estimar:

- Cambios en el número, tamaño y especies del bosque a lo largo del tiempo.
- Variación en la composición y producción respecto al sitio y tratamientos.
- Las relaciones entre las variables de árboles individuales, del rodal e incrementos, que pueden usarse para predecir futuros volúmenes de marca y producción.
- Cambios a largo plazo en el sitio y su capacidad productiva.

John y Tschinkel (1971) apuntan que según el tipo de investigación y los datos de crecimiento requeridos, las parcelas para la toma de datos pueden ser permanentes o temporales. Las permanentes, en general, suministran datos más amplios que las temporales. En cuanto al crecimiento, las permanentes son más eficientes por el alto grado de intercorrelación entre mediciones repetidas de los mismos árboles individuales, la cual minimiza los errores estadísticos.

Sánchez Sánchez (1995) sostiene que las mediciones anuales o periódicas provenientes de parcelas permanentes de muestreo tienen mayor precisión y

pueden ser empleadas con alto grado de confianza en estudios de crecimiento y rendimiento. Apunta que su principal inconveniente es su mantenimiento y contar con series de mediciones de al menos cinco años.

Otros aspectos importantes a considerar son que las parcelas permanentes deben abarcar un amplio rango de condiciones geográficas y topográficas, de suelos y de rodal (estructura y composición); abarcar un tiempo lo suficientemente largo para representar la dinámica del rodal (Camacho 1996).

3.4.2. Tipos de modelos

Hughell (1991) clasifica los modelos según los criterios utilizados en **empíricos y biológicos**, según se basen en datos de campo o en principios biológicos; **determinísticos y estocásticos**, si dan como resultado una sola respuesta o una respuesta diferente cada vez que se aplica; de **iteración o simulación e integración**, si permite simular procesos durante la ejecución del modelo o si determina directamente las condiciones de la masa arbórea sin tener que pasar por las condiciones de los años anteriores.

Según el nivel de información manejada por el modelo estos se clasifican en (Hughell, 1991; Camacho, 1996; Vanclay, 1994a):

- modelos a nivel del rodal, que utilizan parámetros de la población tales como densidad, área basal y volumen para predecir el crecimiento o rendimiento del bosque;
- modelos por clase de tamaño, los que obtienen información a partir de la estructura del rodal, y;

- modelos para árboles individuales, que usan los árboles individuales como la unidad básica.

Los modelos para árboles individuales han demostrado ser medios muy poderosos para representar la competencia entre árboles, la mortalidad, las variaciones en la composición de especies y las influencias ambientales en el crecimiento forestal. En cambio, los modelos a nivel del rodal son agregados por naturaleza, representando el rodal forestal con muy pocos parámetros, aunque la información que proporcionan es suficiente para responder preguntas de importancia en el manejo forestal (Buongiorno y Michie 1980).

Alder (1995) hace una revisión de los principales modelos que pueden desarrollarse a partir de datos de parcelas permanentes. Estos son: modelos de proyección de clases diamétricas, modelos de matrices y modelos de cohortes. En el modelo de proyección por clases diamétricas, el bosque es representado como una tabla del rodal con el número de árboles clasificado en clases diamétricas, y los cambios son calculados para un intervalo de tiempo utilizando datos de incremento periódico. Dicha tabla es luego utilizada como punto de partida para repetir los cálculos. Los modelos de matrices son considerados un caso especializado del modelo de proyección de clases diamétricas. En los modelos de cohorte, el rodal forestal es clasificado dentro de cohortes. Vanclay (1994a) define cohorte como un grupo de individuos que son similares en algunos aspectos como la especie y el tamaño. Este tipo de modelo presenta una mayor flexibilidad que el de clases diamétricas ya que en él se pueden eliminar las clases (cohortes) que no tienen individuos, y las cohortes pueden ser formadas de modo que cada una tenga la misma importancia en el modelo.

Sitoe (1992) menciona, entre otros tipos de modelos, los modelos de regresión, los cuales son usados para la determinación del valor promedio y la

desviación estándar de algunos parámetros del árbol o bosque. Tales modelos se basan en el cálculo de regresiones del incremento en función del tamaño y varias medidas de competencia y la aplicación del modelo en árboles individuales o grupos de especies con características similares, para predecir su incremento a partir del tamaño actual y tamaño futuro.

3.4.3. Componentes del modelo

En los bosques mixtos el crecimiento del rodal en un período de tiempo tiene tres componentes (Alder y Synnott 1992; Vanclay 1994a):

el crecimiento o incremento del árbol individual;

la mortalidad;

los ingresos (aparición de nuevos árboles en las clases diamétricas menores).

Este puede ser expresado algebraicamente como (Alder y Synnott, 1992):

$$I = I_s - M + R$$

donde:

I es el incremento neto o crecimiento del rodal en volumen;

I_s es la suma del volumen de los incrementos de los árboles que sobrevivieron el período;

M es el volumen de los árboles que murieron durante el período;

R es el volumen de los ingresos medidos al final del período;

Vanclay (1994b) considera que el modelo de crecimiento tiene funciones de incremento diamétrico, deterioro y mortalidad de los árboles, y reclutamiento de nuevos árboles en el rodal. Tales funciones deberían

considera la calidad del sitio, el material parental del suelo, la composición y densidad del rodal y el tamaño de los árboles individuales.

3.4.4. Construcción de modelos

La construcción de modelos no es una tarea fácil aunque se cuente con datos suficientes. Además, no se pueden dar recetas sino que cada caso es específico (Vanclay, 1994a). Hay varios retos a ser retomados cuando se construye el modelo, como el hecho de que en el bosque mixto tropical existen muchas especies que tienen que ser agrupadas para el análisis con base en alguna característica común (e.g. la dinámica de crecimiento definida en un análisis de conglomerados); las ecuaciones apropiadas deberían ser formuladas y estimadas usando técnicas analíticas apropiadas y los componentes necesitan ser ensamblados para formar un modelo útil (Vanclay, 1995).

Al planificar la construcción del modelo se debe considerar el enfoque de modelo a usar, la información que se espera obtener, los datos que se tienen para ajustar el modelo, los recursos para construir, probar, y usar el modelo, y el tipo de usuario para quien se desarrolla (Vanclay, 1994a). Este autor recomienda aplicar dos principios generales: incluir solamente las variables y los parámetros necesarios en el modelo, lo cual implica no complicarlo.

3.4.5. Validación de los modelos

Lo mejor de los modelos es que tienden a una simplificación de procesos complejos, aunque son imperfectos, ya que de alguna manera sólo funcionan para las condiciones en que fueron hechos. Debe considerarse que la calidad de

lo que entra al modelo es la misma de lo que sale. En este particular, a mayor precisión de las variables medidas cabría esperar mayor calidad en el modelo.

Alder (1980) manifiesta que el proceso de validación se debe desarrollar para determinar si el modelo propuesto representa la realidad. Tal validación puede realizarse de dos maneras: autovalidación, donde se utilizan los mismos datos que se utilizaron para generar el modelo y; validación independiente, donde los datos utilizados en la validación no se han usado para construir el modelo.

La prueba de validación consiste en una comparación entre los valores predichos o esperados y los valores observados para cada medición (valores observados - valores esperados). El promedio de las diferencias indica si existe sesgo, y por lo general, este promedio casi siempre es cero o cerca de cero (Camacho, 1996). Alder (1980) menciona diferentes maneras para examinar los valores residuales:

- Gráficamente, ploteando los residuos contra los valores predichos o contra las variables predictoras;
- Como un coeficiente de determinación que se calcula como

$$1 - \frac{\text{suma de cuadrados de los residuos}}{\text{suma de cuadrados de los valores observados}}$$

- Como una desviación estándar residual, calculada como

$$\frac{\text{Suma de cuadrados de los residuos}}{\text{Número de muestras de validación} - \text{Número de variables predictoras}}$$

- Como un porcentaje de la desviación estándar residual, calculada como

$$\frac{\text{Desviación estándar residual}}{\text{Promedio de los valores predichos}}$$

Por otro lado Vanclay (1994a) señala que una técnica muy usada para comparar predicciones con datos observados es utilizar un estadístico análogo al R^2 llamado Eficiencia del modelo (E_m). Este se calcula como:

$$E_m = -1 \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2}$$

Donde:

y_i = valor observado (variable dependiente)

\hat{y}_i = valor esperado (variable dependiente)

\bar{y} = valor observado promedio (variable dependiente).

Este estadístico proporciona un índice simple de rendimiento en una escala relativa, donde uno indica un ajuste perfecto, cero revela que el modelo no es mejor que un simple promedio, y valores negativos indican un modelo pobre.

3.5. Antecedentes de las intervenciones en los sitios de investigación

La zona alrededor de las áreas de estudio se ubican en Río San Juan, Nicaragua. Se caracterizan por la presencia de pequeños agricultores que utilizan los suelos en actividades agrícolas de bajo rendimiento y que un tiempo

atrás vendían en pie los árboles comerciales a la empresa CORFOP Extracciones S. A. (COREXSA).

En el área de La Lupe se realizó un aprovechamiento selectivo en 1985-86, y al parecer unos 20 años atrás se habían realizado otros aprovechamientos en la zona, según se desprende de pláticas sostenidas con los campesinos de mayor presencia en el área. En Los Filos, aunque el aprovechamiento se realizó en 1992 fue notorio encontrar algunas “abras” o carriles que evidenciaban que se había realizado un aprovechamiento años atrás.

3.5.1. Sitio La Lupe

Durante la primera intervención realizada por COREXSA se extrajeron cedro macho (*Carapa guianensis*) y cebo (*Virola koschnyii* y *V. sebifera*) que en conjunto representaron más de la mitad del volumen aprovechado que fue de unos 20 m³ ha⁻¹ (Castañeda *et al.* 1995). Sobre el aprovechamiento realizado Sabogal *et al.* (1992) señalan que el mismo no significó un impacto negativo importante sobre la regeneración total del bosque. El hecho de que el aprovechamiento practicado fuera de tipo selectivo, extrayéndose los árboles de pocas especies con diámetros mayores a 60 cm dap permite calificarlo como moderado.

Posterior al aprovechamiento las áreas explotadas fueron abandonadas sin aplicar ningún tratamiento silvicultural dirigido a manejar la regeneración natural de especies comerciales existentes. No obstante, en algunos lugares la empresa realizó plantaciones de enriquecimiento con cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en los claros provocados por las vías de arrastre, actividad que fue abandonada debido al alto costo que significaba su

mantenimiento, a la alta mortalidad y al escaso crecimiento de las especies plantadas.

3.5.1.1. Tratamiento silvicultural.

En 1990 el Proyecto "Trópico Húmedo", bajo la asesoría técnica del CATIE, realizó un inventario de la masa aprovechable y un muestreo diagnóstico (Sabogal *et al.* 1992). Los resultados del inventario a partir de 30 cm dap, mostraron abundante presencia de árboles, actual y potencialmente comerciales. Por su parte, el muestreo diagnóstico reveló que cinco años después del aprovechamiento había una alta ocupación de deseables sobresalientes, pero con iluminación deficiente para un crecimiento satisfactorio.

Entre 1990 y 1991, con el fin de monitorear la dinámica del bosque, se instalaron seis parcelas permanentes de medición (PPM) de 100x100 m (1 ha), dejando una faja de amortiguamiento de 30 m alrededor de cada parcela. De las seis parcelas instaladas, tres recibieron un tratamiento de liberación a finales de 1991 e inicios de 1992, mientras que las otras tres sirvieron como testigo, formando un diseño irrestrictamente al azar.

El tratamiento consistió básicamente en la eliminación de los árboles de especies no comerciales que impedían una buena iluminación a los árboles de futura cosecha. Los árboles a eliminar mayores a 50 cm dap fueron desvitalizados mediante anillamiento y aplicación del arboricida "Tordón" (2-4-D) al 2.5% disuelto en agua, mientras que los árboles de diámetros menores fueron cortados con motosierra y hacha.

Como parte del tratamiento silvicultural se planteó la extracción de árboles maduros residuales del aprovechamiento de 1985/86 que no habían sido extraídos por razones de mercado, forma o dimensiones. Sin embargo, el aprovechamiento contemplado no fue ejecutado debido al poco interés de las empresas madereras de extraer en forma mecanizada un volumen relativamente bajo y no rentable (8 m³/ha) (Castañeda *et al.* 1995).

Un año después de la aplicación del tratamiento se hizo una evaluación del efecto sobre el incremento diamétrico que no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los árboles de las parcelas tratadas y las testigo. El argumento principal, según Mejía (1994), fue el corto tiempo transcurrido (un año) después de la aplicación del tratamiento y el hecho de no haber extraído el volumen que se mencionó en el párrafo anterior.

El nivel de intervención provocado por el tratamiento fue ligeramente inferior al 13% con respecto al área basal total a partir de 10 cm dap. Esta es considerada muy baja por Mejía (1994). Dada esta situación se decidió en 1994 “reforzar” el tratamiento complementado con el aprovechamiento de los árboles comerciales aprovechables. Esta vez se utilizaron métodos sencillos y económicos al alcance de pequeños propietarios (no mecanizado); se eliminó un 10.4% del área basal de las parcelas tratadas. Sin embargo, la intervención continuó siendo baja según se deduce de la experiencia generada en otras investigaciones. Por ejemplo, Quirós y Finegan (1992) redujeron el área basal en Tirimbina (zona húmeda de Costa Rica) en un 36% después de un aprovechamiento. Quirós y Méndez (1995) reportan la reducción en un 40% del área basal en diferentes bosques de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Dawkins (1961) menciona que los bosques húmedos toleran entre 18 y 20 m² de área basal para “crecer razonablemente fuertes como para garantizar una madurez sana”. Si asumimos que los bosques húmedos tropicales tienen un área basal entre 28 y 32 m² se debería reducir cerca del 40% de su área basal.

3.5.2. Sitio Los Filos

El sitio Los Filos cuenta con una superficie de 40 ha de bosque primario intervenido. En 1992 se llevó a cabo un aprovechamiento técnicamente controlado, con la asesoría del Proyecto CATIE-RENARM/PBN. Al igual que en La Lupe, las especies mayormente extraídas fueron cedro macho (*Carapa guianensis*) y cebo (*Virola koschnyii* y *V. sebifera*) que en conjunto aportaron un 85% del volumen total extraído (23.2 m³ ha⁻¹ o 57% del volumen inventariado) (Castañeda *et al.* 1994). Este aprovechamiento se considera de mediana intensidad, sobre todo si se toma en cuenta los daños causados a los árboles de futura cosecha (menos del 10%), los daños a la masa remanente (18%), además de las áreas destinadas a caminos y patios de acopio (3.2% del área total). Luego del aprovechamiento no se han hecho nuevas intervenciones.

4. METODOLOGIA

4.1. Descripción del sitio

4.1.1. Ubicación del área de estudio

Las Areas de Demostración e Investigación (ADI) "La Lupe" y "Los Filos" se ubican en el Sector de Las Maravillas, Municipio de El Castillo, Departamento de Río San Juan, en el Area de Amortiguamiento de la Gran Reserva Biológica Indio - Maíz del Sistema Internacional de Areas Protegidas para la Paz (Figura 1). Las coordenadas geográficas del primer sitio son 11° 07' 40" de latitud norte y 84° 21' 17" de longitud oeste y del segundo 11° 02' 26" y 11° 02' 43" de latitud norte y 84° 20' 19" y 84° 20' 46" de longitud oeste.

La accesibilidad es relativamente buena durante la época seca. A La Lupe se llega a través de 20 km de camino empedrado que une Boca de Sábalo con la comunidad Las Maravillas. Mientras tanto a Los Filos se llega a través de unos 5 km sobre la trocha maderera que parte de Las Maravillas. Esta vía es constantemente "bloqueada" en uno o varios puntos, debido a la caída de puentes originada por el desbordamiento de ríos, quebradas o incendios producto de las quemadas de preparación de terrenos para la agricultura.

4.1.2. Clima y Zona de Vida

La zona se caracteriza por tener dos épocas definidas: una muy lluviosa que se extiende de mayo a diciembre, y otra de menor precipitación entre enero y abril, que es cuando se concentra la actividad extractiva. La precipitación media anual se estima entre 3000 y 3500 mm (MAG, 1978). No se encuentran datos precisos de temperatura en la zona, sin embargo, se estima que es de 25 °C promedio anual. En la actualidad la Universidad Centroamericana (UCA), a

través del Proyecto "Trópico Húmedo", ha instalado una estación meteorológica en la comunidad conocida como "Km 20" a unos 600 m del campamento "La Lupe", con lo cual se espera tener datos climáticos precisos de esta zona.

De acuerdo a la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, el área pertenece a la formación bosque muy húmedo Premontano Tropical (bmh-PT). Siguiendo el sistema de Koeppen se clasifica como Zona Tropical Lluviosa con un periodo seco corto (Castañeda *et al.* 1994).

4.1.3. Topografía y suelos

En su mayor parte la topografía en La Lupe es ondulada, con pendientes que varían entre 10 y 40%, pero con trechos cortos escarpados con pendientes mayores a 75% (Castillo, 1994). El bosque es atravesado por varios riachuelos ocasionales que desembocan en la quebrada "La Lupe", la que es afluente del río Santa Cruz.

La topografía en Los Filos es bastante plana, aunque también presenta algunos sitios muy ondulados. Su nombre se debe precisamente a que se encuentra entre lomas, que en los alrededores tienen pendientes fuertes. Así mismo, se encuentra atravesada por una quebrada afluente del Río Santa Cruz.

Los suelos en ambos sitios se caracterizan por ser ácidos, pobres en nutrientes, de textura arcillosa, pero bien drenados (MAG, 1978). Estos pierden rápidamente su fertilidad cuando se elimina la vegetación original para la práctica de cultivos agrícolas, especialmente en granos básicos, lo que ocasiona el avance acelerado de la frontera agrícola.

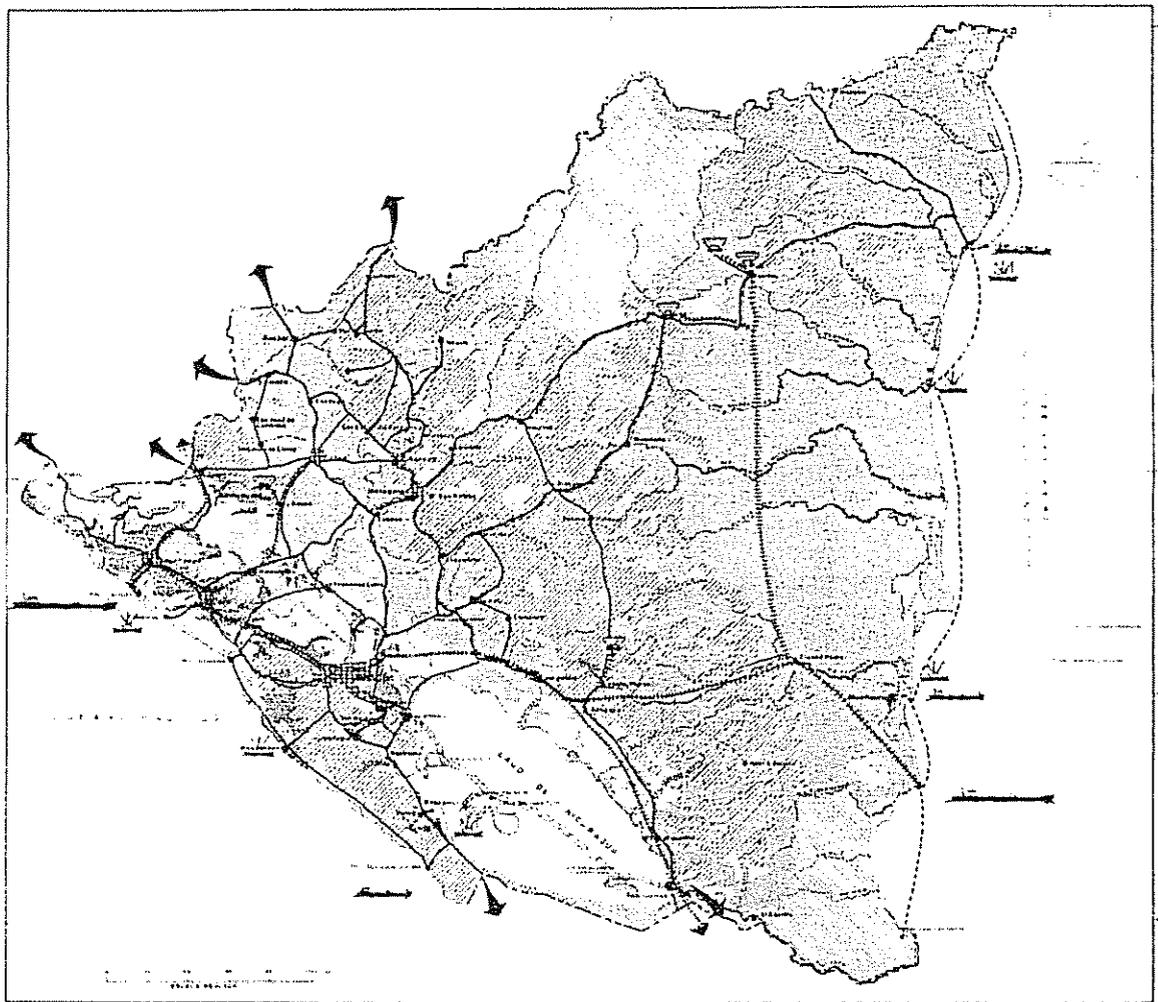


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua. (Tomado de IRENA/ECOT-PAF 1992).

4.1.4. Vegetación

El ADI "La Lupe" cuenta con un bosque primario intervenido que fue aprovechado por primera vez en el año 1986 por la empresa COREXSA (ver acápite 3.5). Sabogal *et al.* (1992) reportaron 56 especies (dap mayor o igual 30 cm) de las cuales un 25% son de interés comercial. Las especies más importantes por su densidad y área basal fueron gavilán (*Pentaclethra macroloba*), almendro (*Dipteryx panamensis*), cedro macho (*Carapa guianensis*), tamarindo (*Dialium guianensis*), peine de mico (*Apeiba membranaceae*) y cebo (*Virola koschnyii* y *Virola sebifera*). El muestreo diagnóstico reportó un 90% de ocupación de parcelas.

Los Filos representa un sitio con mayor potencial volumétrico que se manifiesta por la presencia de árboles muy grandes. Sabogal *et al.* (1992) reportaron en un inventario previo a la instalación de las parcelas permanentes, 60 especies con un dap mayor o igual 30 cm (22% son de interés comercial). En términos de importancia según la densidad y el área basal, las principales especies son cedro macho (*Carapa guianensis*), cebo (*Virola koschnyii* y *Virola sebifera*), gavilán (*Pentaclethra macroloba*) y peine de mico (*Apeiba membranaceae*). En el muestreo diagnóstico se encontró una ocupación de parcelas de casi un 80%.

4.2. Parcelas de estudio

4.2.1. Diseño y descripción de las parcelas

El ensayo en La Lupe fue concebido para la aplicación de un tratamiento silvicultural. Cuenta con una superficie total de 15.4 ha. Tiene un diseño completamente al azar, con dos tratamientos y tres repeticiones, sumando un total de seis parcelas (Anexo 1).

Las parcelas son cuadrados de 160 x 160 m (2.56 ha). Cada parcela de tratamiento tiene un área central de 100 x 100 m (1 ha), que sirve para la evaluación y control del desarrollo del bosque. Estas parcelas fueron divididas en 25 cuadrados de 20 x 20 m para el registro de la información de árboles a partir de 10 cm dap.

En el caso de Los Filos, no es un ensayo formal ya que no existen parcelas testigo. Lo que se pretendió hacer en el sitio fue monitorear el proceso de aprovechamiento mejorado y evaluar la respuesta del bosque al mismo. Este ADI cuenta con un total de ocho parcelas de 1 ha cada una, subdivididas a su vez en 25 cuadrados de 20 m x 20 m (Anexo 1).

4.3. Evaluación y descripción del bosque

4.3.1. Variables de medición

Las variables dasométricas evaluadas en los sitios de estudio fueron las siguientes:

- Número de parcela
- Número de subparcela
- Número correlativo del árbol
- Clase de identidad del árbol (según el formulario CATIE/PBN, ver Anexo 2)
- Nombre común de la especie (según el baquiano reconocedor de especies)
- Diámetro, medido a 1.3 m de altura ó 20 cm sobre contrafuertes o defectos
- Calidad del fuste (según Hutchinson, 1987)
- Iluminación de la copa (según Dawkins, 1958 adaptado por Huchinson 1987)
- Forma de la copa (según Synnott, 1979)
- Infestación por lianas (según Lowe, 1967 adaptado por Hutchinson 1987)

Las variables topográficas evaluadas para cada subparcela de 20 x 20 m fueron las siguientes:

- Porcentaje de la pendiente (medida con clinómetro como el promedio de cada subparcela de 20 x 20 m).

- Posición en la pendiente, donde se considerarán tres posiciones básicas (adaptado de Zech 1994):

Posición	Código
loma = parte alta	1
ladera = parte media	2
cañada = parte baja	3

- Contorno de la pendiente (Zech 1994):

Clase	Código
convexo	1
cóncavo	2
lineal	3

4.3.2. Agrupación de las especies

Con el afán de facilitar el análisis del bosque en términos ecológicos, se agruparon las especies de acuerdo a su comportamiento ante la luz, siguiendo lo expuesto por Finegan y Sabogal (1988a):

Heliófitas efímeras: especies cuyas plántulas se establecen y crecen solamente en claros grandes.

Heliófitas durables: especies que pueden establecerse bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros aunque pequeños, que lleguen al piso del bosque para crecer.

Esciófitas parciales: especies cuyas plántulas se establecen y crecen bajo dosel, pero que exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro.

Esciófitas totales: especies cuyas plántulas se establecen y crecen bajo sombra.

Asimismo, las especies fueron agrupadas según términos económicos, tomando en cuenta su valor comercial como madera en el país. Estos grupos son:

Comerciales: especies cuya madera es actualmente comercializada.

Potencialmente comerciales: especies no incluidas en el grupo anterior, pero su madera tiene un alto potencial de ser comercializada en un futuro próximo.

No comerciales: especies cuya madera no tiene posibilidades de comercializarse.

4.3.3. Evaluación del bosque

La evaluación de la masa arbórea en las parcelas permanentes se realizó mediante el análisis de la riqueza, diversidad y composición florísticas. El peso ecológico de las especies fue determinado con el índice de valor de importancia

simplificado (IVIs). También se evaluaron los parámetros dasométricos de la estructura horizontal, así como la tasa de reclutamiento y mortalidad, y el incremento diamétrico anual.

La evaluación de la riqueza y diversidad florística se realizó con base en la frecuencia con que ocurren las especies a partir de 10 cm dap, para los grupos ecológicos y comerciales. Asimismo se determinó la intensidad de mezcla (cociente de mezcla) en cada parcela, obtenida de la relación del número de especies encontradas con el número total de árboles en cada una.

El peso de las especies se definió con base en el IVIs, el cual es un estimador de la importancia ecológica de las especies (Marmillod 1982, citado por Salcedo 1986). Este se obtuvo por acumulación de la abundancia, y dominancia relativas de las especies, y se determinó mediante el cálculo siguiente:

$$\text{IVIs}_a = A\%_a + D\%_a$$

donde:

IVIs_a = índice de valor de importancia simplificado, de la especie a

$A\%_a$ = abundancia relativa (%) de la especie a , calculada como: $\frac{A_a}{A} \times 100$, en donde:

A_a = número de individuos por hectárea de la especie a

A = número total de individuos por hectárea

$D\%_a$ = dominancia relativa (%) de la especie a , calculada como: $\frac{D_a}{D} \times 100$, en donde:

D_a = suma de las áreas basales por hectárea de todos los individuos de la especie a

D = Suma de las áreas basales por hectárea de todos los individuos de todas las especies

La estructura horizontal se determinó, tanto para el total de individuos como para los grupos ecológicos y comerciales, mediante la distribución diamétrica de la abundancia (N) por especies, que es el número de árboles por unidad de superficie y dominancia (G), que es el porcentaje de área basal de cada especie con respecto al área basal total.

La dinámica del bosque se evaluó mediante la mortalidad, reclutamiento e incremento diamétrico. La tasa de reclutamiento se determinó como los árboles que ingresaron a la clase diamétrica de 10 a 19.9 cm dap tomados en las diferentes mediciones. La tasa de mortalidad natural fue evaluada por tipo de tratamiento (las parcelas tratadas y las parcelas testigo) en La Lupe, y para todas las parcelas en conjunto en Los Filos. Se utilizó el modelo logarítmico propuesto por Lieberman y Lieberman (1987) descrito a continuación:

$$T_m(\%) = 100 (\log_e N_i - \log_e N_f)/t$$

donde:

$T_m(\%)$ = tasa de mortalidad en porcentaje

N_i = número inicial de árboles

N_f = número final de árboles (sin incluir reclutas)

t = tiempo

El incremento diamétrico se calculó como la diferencia entre una lectura del diámetro y la lectura anterior del mismo árbol dividido entre el tiempo en años transcurrido entre tales mediciones.

4.4. Criterios utilizados para el análisis de crecimiento

El primer paso llevado a cabo fue definir las especies a incluir en el análisis. Se planteó utilizar sólo las especies que presentaron al menos un individuo por hectárea y que estuvieran presentes en todo el período de mediciones. Esto significó para La Lupe un mínimo de tres individuos cuando se analizaron los tratamientos por separado, o seis al tomar el conjunto de especies sin considerar el tratamiento, y ocho individuos para Los Filos. Bajo estas condiciones, en La Lupe se contó con 57 especies (1,562 individuos) y en Los Filos con 67 especies (2,629 individuos).

En el análisis se utilizaron los datos del incremento registrado en todo el período de medición. A tales datos se les aplicó una prueba de normalidad y se comprobó que su distribución no se ajustaba a la normal. Para la caracterización del incremento se utilizó la mediana debido a que resultó ser la medida de tendencia central que agrupó un mayor número de datos.

La agrupación de especies se realizó con base en un análisis de conglomerados que las agrupó de acuerdo a la velocidad de crecimiento que mostraron. En el sitio La Lupe la agrupación de especies se hizo considerando ambos tratamientos en conjunto, para luego utilizar el número de conglomerado o grupo de velocidad de crecimiento en el que fueron asignadas como una variable dentro del modelo de incremento diamétrico. La agrupación para el sitio Los Filos se hizo de manera independiente, para todo el conjunto de parcelas.

Las variables utilizadas en el análisis de conglomerados fueron la mediana y los cuartiles uno y tres (Q1 y Q3) de los incrementos anuales. Se eliminaron las máximas y mínimas para evitar distorsiones en los resultados.

El análisis de conglomerados se realizó utilizando el PROC CLUSTER de SAS (Statistical Analysis System), utilizando la distancia euclidiana como medida de disimilitud entre los grupos a formar, y el método de Ward para formar los conglomerados. Luego se aplicó un análisis de varianza (PROC GLM de SAS) y la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar como se diferenciaban los distintos grupos y decidir el número óptimo de conglomerados de crecimiento. Los resultados del análisis de conglomerados fueron validados con un análisis de discriminantes (PROC DISCRIM de SAS), aceptándose hasta un 10% de especies reclasificadas para dar como válido el análisis de conglomerados. Finalmente se aplicó un análisis discriminante canónico (PROC CANDISC de SAS) para identificar qué variables fueron las que más aportaron a la diferenciación de los conglomerados, además de visualizar de manera gráfica la conformación de los grupos.

4.5. Evaluación del efecto del tratamiento silvicultural a nivel de especies y del rodal

El efecto del tratamiento fue evaluado en función de la detección de posibles cambios en los parámetros del rodal (área basal, abundancia, reclutamiento, mortalidad e incremento diamétrico) por tipo de tratamiento. Además se hizo una evaluación del cambio que experimentaban algunas especies en cuanto a la clasificación en un determinado conglomerado con respecto al tratamiento. Para esto se realizó un análisis de conglomerados considerando los tratamientos.

Además se utilizó una prueba no paramétrica de Wilcoxon para detectar diferencias en el incremento en cada grupo de crecimiento por tratamiento.

4.6. Asociación entre el incremento diamétrico y las variables del árbol y topográficas

Las variables dasométricas y topográficas se utilizaron para elaborar una matriz de correlación para determinar el grado de asociación con el incremento diamétrico y entre ellas mismas.

El siguiente paso fue buscar el modelo que mejor explicara el incremento diamétrico a partir de las variables que presentaron asociación con el mismo. Para esto se realizó un análisis de regresión múltiple usando el PROC REG de SAS, con la opción "FORWARD" para definir el modelo de mejor ajuste en cada sitio. Se seleccionaron las variables que resultaron significativas al cinco por ciento de probabilidad en el modelo. Los modelos resultantes tienen de la forma:

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + e_i$$

donde:

- (Y_i): = incremento diamétrico en milímetros
- b_0 = intercepto
- b_n = coeficientes de las variables
- X_n = variables independientes
- e_i = desvío aleatorio

Simultáneamente a la construcción del modelo se verificó su validez analizando los residuos de los modelos para determinar si cumplían con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Además se hizo una evaluación de la multicolinealidad, que es la situación en que las variables son objeto de dos o más relaciones (Maddala, 1985). Esto se determinó a través del Índice de Condición (Gujarati, 1995) y del Factor de Inflación de la Varianza (FIV).

Para la definición del modelo se fueron probando a través del "FORWARD" todas las variables que teóricamente estaban relacionadas con el incremento hasta conseguir el mayor R^2 posible. Luego de definidos los modelos, se hizo una validación de los mismos, para lo que se utilizó un conjunto de 100 observaciones independientes y se usó el coeficiente de determinación señalado por Alder (1980) en el acápite 3.4.5.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Evaluación y descripción del bosque

5.1.1. Riqueza, diversidad y composición florística

En La Lupe se registraron un total de 161 especies identificadas al menos a nivel de género, a partir de un dap ≥ 10 cm. Estas especies forman parte de 55 familias y 118 géneros, siendo las más representadas las familias Rubiaceae (7 géneros), Euphorbiaceae, Papilionaceae y Tiliaceae (6 géneros cada una), Sapotaceae (5 géneros) y Meliaceae (4 géneros).

En Los Filos se encontraron 180 especies (identificadas al menos a nivel de género) en las ocho parcelas. Pertenecen a 49 familias y 107 géneros. Las más representadas resultaron ser Moraceae y Rubiaceae (8 géneros), Euphorbiaceae (6 géneros) y Burseraceae, Caesalpinaceae, Flacourtiaceae, Meliaceae y Mimosaceae (4 géneros cada una).

El número de especies ha^{-1} encontrados está dentro del rango reportado por Swaine *et al.* (1987) de 52 a 141 especies ha^{-1} en 18 países tropicales. Camacho y Finegan (1997) encontraron 103 especies ha^{-1} en La Tirimbina, Costa Rica, aunque la mayoría de las mismas no llegan a un individuo ha^{-1} .

En lo referente al Cociente de Mezcla (CM) del bosque (relación entre el número de individuos y número de especies), se encontró que el bosque es más heterogéneo para las diferentes parcelas del sitio Los Filos (de 1:4 a 1:4.6), comparado con el de las parcelas del sitio La Lupe (de 1:4.5 a 1:6.7). Aunque se evidencia una alta diversidad florística en los sitios bajo estudio, se observó que Los Filos mantiene más o menos constante su diversidad en las diferentes parcelas. Los valores obtenidos por cada parcela se presentan en el Cuadro 1. Lamprecht (1990) menciona valores de cociente de mezcla de 1:3 y 1:4 en los

bosques amazónicos, aunque la relación promedio para los bosques tropicales es de aproximadamente 1:7. Según se observa, los valores encontrados son un poco menores que la media general de algunos bosques húmedos tropicales de tierras bajas, lo que significa que, a pesar de haber sufrido diferentes intervenciones su riqueza florística se mantiene, al igual que su alta heterogeneidad florística, dentro de lo esperado para tales tipos de bosque.

Cuadro 1. Cociente de mezcla (CM) en las parcelas de medición permanente (1ha). Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

SITIO	Nº PARCELA	Nº INDIVIDUOS	Nº ESPECIES	CM
LA LUPE	1	469	90	1:5.2
	2	486	99	1:4.9
	3	503	98	1:5.1
	4	589	88	1:6.7
	5	526	96	1:5.5
	6	422	93	1:4.5
	Promedio	499.2	94	
D. estándar	56.3	4.4		
C.V. %	11.3	4.7		
LOS FILOS	1	387	90	1:4.3
	2	444	111	1:4.0
	3	377	94	1:4.0
	4	427	102	1:4.2
	5	516	113	1:4.6
	6	431	101	1:4.3
	7	401	90	1:4.5
	8	505	109	1:4.6
	Promedio	436	101	
D. estándar	51.3	9.3		
C.V. %	11.8	9.1		

5.1.2. Distribuciones totales y por grupos de especies, número de árboles y áreas basales

La distribución del número de especies por grupo ecológico en ambos sitios se presenta en el Cuadro 2. Se incluyen 30 y 39 especies que no fueron identificadas botánicamente. Un 30 y 38% (en La Lupe y Los Filos respectivamente) de las especies no pudo ser clasificada dentro de alguno de los grupos ecológicos, ya sea por desconocer su identidad taxonómica o por no disponer de información suficiente acerca de su temperamento ecológico. Sin embargo, se espera que una mayoría de estas especies se lleguen a clasificar dentro de las esciófitas en general. En ambos sitios son mayoritarias las especies esciófitas parciales, y en general las esciófitas constituyen casi la mitad de las especies encontradas. Esto es típico de los bosques primarios, donde el porcentaje de especies heliófitas es menor que el de esciófitas debido a lo denso del dosel superior, de modo que las heliófitas sólo aparecen en sitios que han sufrido alguna perturbación que haya aperturado el dosel.

Cuadro 2. Distribución del número de especies por grupo ecológico. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

GRUPO ECOLOGICO	LA LUPE		LOS FILOS	
	N	%	N	%
Heliófitas efímeras	12	6	8	4
Heliófitas durables	37	19	28	13
Esciófitas parciales	51	27	71	32
Esciófitas totales	34	18	29	13
Desconocido	57	30	83	38
Total	191	100	219	100

En cuanto a los grupos comerciales es importante hacer notar que solamente un 14 a 15% de las especies presentes tienen valor comercial actual, y si se toman en cuenta las potenciales este porcentaje alcanza un 23% (Cuadro 3). La clasificación de las especies según los grupos ecológicos y comerciales se incluye en el Anexo 3. Los bajos porcentajes de especies comerciales obedece a

lo limitado del mercado de maderas en el país, que aún está muy restringido a unas pocas especies. Además, por lo retirado de la zona de los centros de conversión de la madera, se hace imprescindible aprovechar las especies de mayor valor para solventar los costos que implica su aprovechamiento y transporte.

Cuadro 3. Distribución del número de especies por grupo comercial. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

GRUPO COMERCIAL	LA LUPE		LOS FILOS	
	N	%	N	%
Actual	29	15	31	14
Potencial	15	8	19	9
Sin valor	147	77	169	77
Total	191	100	219	100

Por otra parte, en relación al número de árboles, en La Lupe se encontraron en promedio 499 árboles ha⁻¹ (13% son palmas) a partir de 10 cm dap, los que registraron un área basal de 24.8 m² ha⁻¹. En el caso de Los Filos se registró un promedio de 436 árboles ha⁻¹ (0.8% constituido por palmas), con un área basal de 28.5 m² ha⁻¹. En ambos sitios podemos observar que la distribución promedio del número de árboles por clase diamétrica es el de la clásica "J" invertida, característica de los bosques tropicales (Figura 2). Cabe mencionar que en La Lupe hay una mayor incidencia de palmas, lo que podría deberse a la presencia de una quebrada que prácticamente atraviesa todas las parcelas. El terreno es más de bajura, contrario a Los Filos, cuyos terrenos están ubicados en sitios más altos y colinosos.

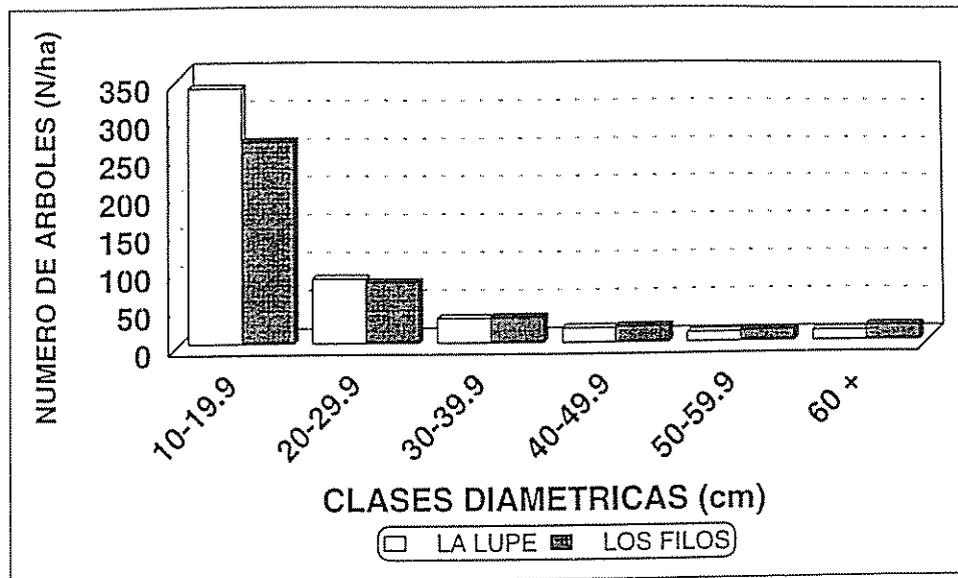


Figura 2. Número de árboles $dap \geq 10$ cm (promedio ha^{-1}) por clase diamétrica. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Con respecto al área basal se observa cierta similitud en cuanto a la distribución diamétrica (Figura 3), aunque en Los Filos el área basal en la última clase diamétrica es mayor debido probablemente a que ha sufrido una menor intervención. Sin embargo, también podría deberse a un efecto de mejores condiciones de sitio, lo cual puede inferirse de la presencia de un mayor número de individuos de especies no comerciales con diámetros mayores a 60 cm de diámetro. Lo anterior es debido a que en La Lupe la presencia de tales individuos es mucho menor, y no precisamente por las intervenciones, ya que antes de aplicar los tratamientos pudo verse que había muy pocos individuos sobre este diámetro.

En La Lupe hay una mayor área basal en las clases diamétricas inferiores lo cual se puede tomar como un efecto de las intervenciones, y menos área basal en las superiores debido en parte a las intervenciones y en parte atribuible a posibles condiciones de sitio menos favorables. Tal como se menciona en el ítem 4.3, Los Filos fue intervenido en 1992 solamente, en

cambio La Lupe fue aprovechada en 1985-86 y además ha sido sometida a intervenciones silviculturales en 1991 y 1994.

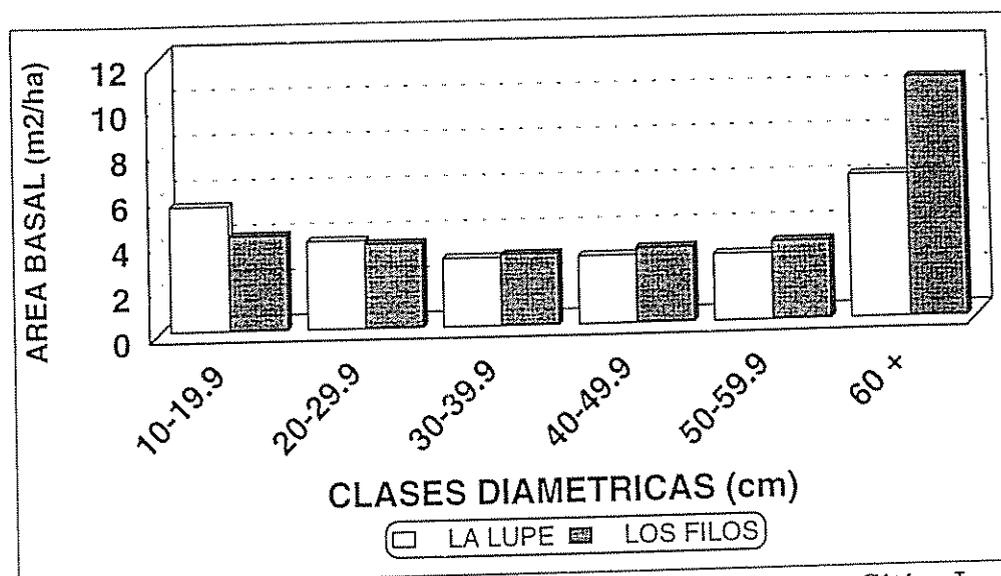


Figura 3. Area basal promedio ($m^2 ha^{-1}$) por clase diamétrica. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

En término de los grupos ecológicos, la distribución diamétrica del número de árboles muestra una predominancia de las especies esciófitas parciales en las diferentes clases diamétricas. Contrariamente las heliófitas efimeras aparecen solamente en las clases inferiores a 50 cm. Lo mismo sucede con el área basal, donde también predomina las esciófitas parciales y las heliófitas efimeras tienen muy poca presencia. Puede notarse que las esciófitas totales tienen un área basal muy similar a las heliófitas efimeras, con la diferencia que no está concentrada en la clase diamétrica de 10 cm, sino que mantiene una presencia casi constante en las diferentes clases diamétricas.

En general, los individuos pertenecientes al grupo de especies esciófitas son los más abundantes y dominantes en los dos sitios estudiados, donde constituyen entre 44 y 60% del total de individuos y entre 61 y 66% del área basal total (Cuadros 4 y 5). Si a estos porcentajes agregamos los de los

individuos de temperamento desconocido (la mayoría de los cuales se espera sean clasificados dentro de alguna de las categorías de esciófitas), se sobrepasa el 70% en todos los casos, excepto para el número de individuos en La Lupe, que apenas llegaría al 60% debido a que como se ha mencionado antes, la alta presencia de heliófitas producto de la intervención de 1985-86.

Cuadro 4. Número de árboles (cifra en la parte superior) y área basal (cifra en la parte inferior) por clases diamétricas y grupo ecológico (promedios por hectárea). Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

G.E.	CLASES DIAMÉTRICAS						TOTAL	%
	10-19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60 +		
H. E.	84.0	20.0	2.8	0.7			107.5	21.5
	1.37	0.90	0.25	0.10			2.61	10.6
H. D.	69.3	12.0	4.3	3.8	2.3	2.5	94.3	18.9
	1.30	0.53	0.40	0.60	0.55	1.12	4.51	18.2
E. P.	89.7	31.3	16.8	9.8	9.2	9.2	166.0	33.3
	1.44	1.46	1.58	1.57	2.20	4.34	12.58	50.8
E. T.	44.2	10.3	4.2	2.8	0.7	1.2	63.3	12.7
	0.67	0.48	0.41	0.45	0.16	0.46	2.63	10.6
DESC	49.3	11.7	4.4	2.0	0.2	0.5	68.1	15.7
	0.75	0.52	0.38	0.30	0.04	0.42	2.42	9.8
Total	336.5	85.3	32.5	19.2	12.3	13.3	499.2	
	5.52	3.89	3.03	3.01	2.96	6.35	24.75	

Leyenda: GE = grupo ecológico; H.E. = heliófitas efímeras; H.D. = heliófitas durables; E.P. = esciófitas parciales; E.T. = esciófitas totales DESC. = temperamento desconocido.

Cuadro 5. Número de árboles (cifra en la parte superior) y área basal (cifra en la parte inferior) por clases diamétricas y grupo ecológico (promedios por hectárea). Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

GE	CLASES DIAMÉTRICAS						TOTAL	%
	10 - 19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 +		
H. E.	39.8	5.1	1.8	0.5	0.1	0.1	47.4	10.9
	0.59	0.23	0.15	0.08	0.03	0.04	1.12	3.9
H. D.	25.0	13.3	6.0	3.0	2.1	5.1	54.5	12.5
	0.41	0.62	0.58	0.47	0.49	3.04	5.61	19.7
E. P.	75.0	30.4	14.9	12.5	9.3	11.9	153.9	35.3
	1.22	1.43	1.38	1.98	2.19	6.29	14.49	50.8
E. T.	70.6	21.5	6.9	3.3	2.0	1.3	105.5	24.2
	1.12	0.97	0.65	0.52	0.48	0.54	4.27	15.0
DESC	55.9	10.3	4.1	1.7	1.3	1.6	74.7	17.1
	0.85	0.49	0.38	0.26	0.28	0.78	3.04	10.6
Total	266.3	80.5	33.6	21.0	14.8	19.9	436.0	
	4.18	3.74	3.15	3.31	3.47	10.69	28.53	

Leyenda: GE = grupo ecológico; H.E. = heliófitas efímeras; H.D. = heliófitas durables; E.P. = esciófitas parciales; E.T. = esciófitas totales DESC. = temperamento desconocido.

En cuanto a la distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial, un 70% clasifica dentro del grupo sin valor, mientras que el restante 30% pertenecen a los grupos con valor actual y potencial. Sin embargo, en términos de área basal, un 50% del área basal total pertenece a las clases con valor actual y potencial, mientras que el porcentaje restante no posee valor (Cuadros 6 y 7). En el sitio La Lupe hay que notar que los individuos sin valor comercial son mayoritarios en número y área basal sólo en las primeras tres clases diamétricas, reduciéndose grandemente en las clases superiores (50 cm en adelante). No obstante en Los Filos el grupo de especies no comerciales presenta valores similares a los de las especies comerciales y potenciales en las últimas tres clases diamétricas, y es mayor absolutamente en las primeras tres clases. Estas diferencias en la distribución diamétrica entre sitios podría deberse en parte a que La Lupe ha sido más intervenida que Los Filos por lo que los individuos no comerciales han sido reducidos en número y área basal y por lo tanto no son tan abundantes y dominantes en las clases superiores.

Cuadro 6. Número de árboles (cifra en la parte superior) y área basal (cifra en la parte inferior) por clases diamétricas y grupo comercial (promedio por hectárea). Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

GC	CLASES DIAMETRICAS						TOTAL	%
	10 - 19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 +		
COM.	29.8 0.477	10.7 0.507	7.3 0.690	3.3 0.530	4.5 1.052	3.5 1.416	59.2 4.671	11.9 18.9
POT.	39.3 0.658	17.5 0.807	9.0 0.856	8.2 1.307	6.0 1.482	7.7 3.846	87.7 8.956	17.6 36.2
SIN VAL.	267.3 4.387	57.2 2.577	16.2 1.480	7.7 1.176	1.8 0.421	2.2 1.083	352.3 11.123	70.6 44.9
Total	336.5 5.522	85.3 3.890	32.5 3.026	19.2 3.013	12.3 2.955	13.3 6.346	499.2 24.751	

Leyenda: GC = grupo comercial; COM = actualmente comerciales; POT = Potencialmente comerciales; SIN VAL = sin valor comercial.

Cuadro 7. Número de árboles (cifra en la parte superior) y área basal (cifra en la parte inferior) por clases diamétricas y grupo comercial (promedio por hectárea). Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

G. C.	CLASES DIAMETRICAS						TOTAL	%
	10 - 19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 +		
COM.	24.9 0.394	10.1 0.471	4.4 0.422	4.1 0.648	3.8 0.857	5.4 2.760	52.6 5.551	12.1 19.5
POT.	26.5 0.443	17.1 0.816	9.4 0.881	9.1 1.453	5.9 1.400	7.8 3.714	75.8 8.707	17.4 30.5
SIN VAL.	214.9 3.339	53.3 2.452	19.9 1.843	7.8 1.208	5.1 1.209	6.8 4.218	307.6 14.270	70.5 50.0
Total	253.8 4.20	78.9 3.638	31.6 3.010	21.0 3.302	12.6 2.934	23.0 12.169	420.9 29.25	

Leyenda: GC = grupo comercial; COM = actualmente comerciales; POT = Potencialmente comerciales; SIN VAL = sin valor comercial.

5.1.3. Importancia ecológica de las especies

En los Cuadros 8 y 9 se muestra el Índice de Valor de Importancia simplificado (IVIs) de las especies de mayor peso ecológico por sitio. Se utiliza el IVIs, ya que según Calegario *et al.* (1993) la jerarquía de las especies sigue el mismo orden del IVI. Además, tal como se observa en Camacho y Finegan (1997), los valores de frecuencia que se suman a la abundancia y dominancia para obtener el IVI, no hacen variar para nada la clasificación jerárquica de las especies, tal como lo mencionan Calegario *et al.* (1993).

Por lo general el mayor IVIs está conformado por pocas especies. En Los Filos, 17 especies constituyen el 51% de su valor total, mientras que en La Lupe son 13 especies las que constituyen más del 50% del valor. Es notoria la importancia que adquiere el *Pentaclethra macroloba* (gavilán), que ocupa el primer puesto en importancia en ambos sitios de estudio, con un IVIs muy similar. Dicha especie, clasificada dentro del grupo de especies potenciales comercialmente hablando, podría potenciar el valor de estos bosques en un futuro cercano. Este tipo de comunidad es típica en la zona atlántica de Costa

Rica según mencionan Camacho y Finegan (1997), Finegan y Sabogal (1988b) y Peralta *et al.* (1987).

Otra especie que se hace notar es la *Welfia georgii* (palma hilera), que sólo aparece en La Lupe, y que si bien es cierto no tiene valor como madera, es muy utilizada para construir el techo de las casas por los habitantes de la zona. Sobresale el hecho de que algunas especies heliófitas efímeras, como *Trichospermum grewifolium* (capulín), *Cecropia insignis* (guarumo), *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Cecropia sp.* (guarumo) y *Ochroma lagopus* (balsa), consideradas especies invasoras, presenten altos valores del IVIs, lo cual evidencia las intervenciones que han sufrido ambos bosques. Puede notarse además, que cinco especies aparecen en ambos sitios dentro del grupo con mayor IVIs, de las cuales dos son comerciales y tres potenciales.

Cuadro 8. Índice de valor de importancia simplificado (IVIs). Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

No.	ESPECIES	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		IVI	IVI %
		N	%	G (m ² ha ⁻¹)	%		
1	<i>Pentaclethra macroloba</i>	52.3	10.5	4.41	17.8	28.3	14.2
2	<i>Welfia georgii</i>	38.3	7.7	0.82	3.9	11.0	5.5
3	<i>Trichospermum grewifolium</i>	24.7	5.0	0.71	2.9	7.8	3.9
4	<i>Cecropia obtusifolia</i>	27.0	5.4	0.59	2.4	7.8	3.9
5	<i>Dipteryx panamensis</i>	4.3	0.9	1.7	6.7	7.6	3.8
6	<i>Carapa guianensis</i>	12.8	2.6	1.06	4.3	6.8	3.4
7	<i>Chimarrhis sp.</i>	13.2	2.6	0.85	3.4	6.1	3.0
8	<i>Gymnanthes riparia</i>	12.3	2.5	0.58	2.3	4.8	2.4
9	<i>Cecropia insignis</i>	15.2	3.0	0.43	1.7	4.8	2.4
10	<i>Pterocarpus hayesii</i>	7.3	1.5	0.81	3.3	4.7	2.4
11	<i>Cespedezia macrophylla</i>	12.8	2.6	0.50	2.0	4.5	2.3
12	<i>Tetragastris panamensis</i>	8.2	1.6	0.70	2.8	4.5	2.2
13	<i>Dialium guianensis</i>	6.5	1.3	0.77	3.1	4.4	2.2
	SUBTOTAL	234.9	47.0	13.87	56.0	103.0	51.5
	RESTO DE ESPECIES	264.3	53.0	10.88	44.0	97.0	48.5
	TOTAL	499.2	100.0	24.75	100.0	200.0	100.0

Cuadro 9. Índice de valor de importancia simplificado (IVIs). Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

No.	ESPECIES	ABUNDANCIA		DOMINANCIA		IVI	IVI %
		N	%	G (m ² ha ⁻¹)	%		
1	Pentaclethra macroloba	48.1	11.0	5.33	18.7	29.7	14.7
2	Trichilia quadrijuga	31.5	7.2	0.73	2.6	9.8	4.9
3	Apeiba membranaceae	5.3	1.2	1.48	5.2	6.4	3.2
4	Inga sp.	16.0	3.7	0.72	2.5	6.2	3.1
5	Cecropia sp.	22.0	5.0	0.32	1.1	6.2	3.1
6	Carapa guianensis	10.0	2.3	1.04	3.7	5.9	3.0
7	Dipteryx panamensis	3.3	0.8	1.39	4.9	5.6	2.8
8	Chimarrhis parviflora	11.4	2.6	0.70	2.4	5.1	2.5
9	Dialium guianensis	5.5	1.3	0.87	3.0	4.3	2.2
10	Ficus sp.	0.3	0.1	0.90	3.2	3.2	1.6
11	Brosimum sp.	7.1	1.6	0.45	1.6	3.2	1.6
12	Pterocarpus hayesii	4.3	1.0	0.58	2.0	3.0	1.5
13	Ochroma lagopus	9.1	2.1	0.21	0.7	2.8	1.4
14	Pouteria sp.	6.5	1.5	0.36	1.3	2.8	1.4
15	Trichilia montana	7.4	1.7	0.29	1.0	2.7	1.4
16	Sacoglottis trichogyna	3.4	0.8	0.55	1.9	2.7	1.4
17	Lonchocarpus sp.	6.4	1.5	0.32	1.1	2.6	1.3
	SUBTOTAL	197.6	45.3	16.22	56.9	102.2	51.1
	RESTO DE ESPECIES	238.4	54.7	12.31	43.1	97.8	48.9
	TOTAL	436.0	100.0	28.53	100.0	200.0	100.0

5.1.4. Mortalidad y reclutamiento

5.1.4.1. Mortalidad

En La Lupe la tasa de mortalidad natural promedio en las parcelas testigo fue 2.3% anual, mientras que en las parcelas tratadas fue de 2.8% anual. Como se observa en el Cuadro 10 puede observarse tasas similares en los diferentes años de medición, excepto en la medición de 1995 que fue mucho más alta en las parcelas tratadas. Esto se debe posiblemente a que como parte del complemento del tratamiento se talaron algunos árboles lo que pudo haber incrementado la mortalidad natural de manera indirecta (Cuadro 10 y Figura 4).

En el caso de Los Filos la mortalidad promedio fue 2.3% en el período de medición comprendido entre 1992 y 1997 (Figura 4 y Cuadro 10). La alta tasa de mortalidad registrada en la medición de 1993 (3.5%) podría asociarse a las perturbaciones causadas por el aprovechamiento realizado el año anterior. Luego de ésta medición, entre 1994 y 1997, la mortalidad se redujo a menos de un 2.5% anual.

No se detectaron diferencias estadísticas en la mortalidad por tratamiento y entre sitios a lo largo de todo el período considerado. Los valores de mortalidad promedio anual encontrados en ambos sitios (entre 2.3 y 2.8%), están dentro del rango de valores reportados en la literatura. Peralta *et al.* (1987) determinaron una tasa de mortalidad de 2.0% en un bosque sin intervenir en La Selva, Costa Rica. Por otro lado Swaine *et al.* (1987) reportaron una tasa de mortalidad entre 0.8 - 2.7% en 18 sitios de bosques tropicales. Silva *et al.* (1995) encontraron una tasa de mortalidad entre 2.2 - 2.6% en un bosque tropical de la Amazonía Brasileña. Camacho y Finegan (1997) en un bosque muy similar a los del presente estudio, reportan una tasa de mortalidad de 1.7 - 3.6 para parcelas con tres intensidades de tratamiento.

Cuadro 10. Mortalidad por tratamiento, sitio y medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

SITIO	1991-92*	1993**	1994	1995***	1997	Promedio
	%	%	%	%	%	%
La Lupe Testigo	0.67	2.95	2.72	2.55	2.44	2.27
La Lupe Tratadas	0.85	2.02	2.75	6.15	2.35	2.82
Los Filos	No datos	3.52	No datos	1.04	2.46	2.34

* Aplicación del tratamiento en La Lupe; ** Aprovechamiento Los Filos; *** Complemento del tratamiento en La Lupe

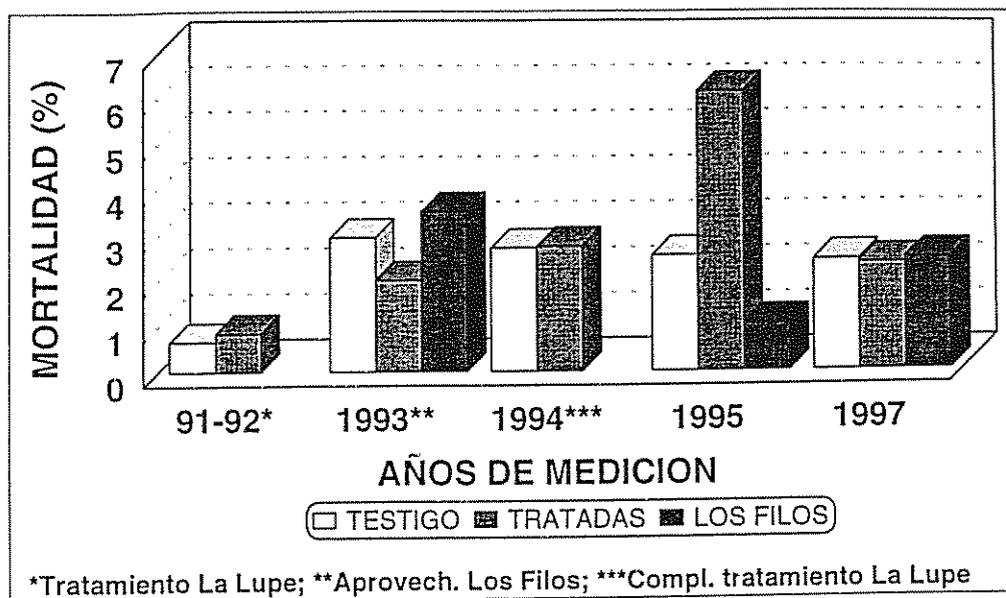


Figura 4. Mortalidad por tratamiento, sitio y período de medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

5.1.4.2. Reclutamiento

En La Lupe se registraron en promedio 27.8 ingresos $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ en las parcelas tratadas y 25.4 en las parcelas testigo (Figura 5). Las especies con más ingresos considerando ambos tipos de parcelas fueron *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Cecropia insignis* (guarumo), *Trichospermum grewifolium* (capulín), *Pentaclethra macroloba* (gavilán) y *Croton killipianus* (algodón), la mayoría pertenecientes al gremio de las heliófitas efimeras y una al de las esciófitas parciales. Un año después de la aplicación del tratamiento se reportó el mayor número de reclutas tanto en las parcelas testigo como en las tratadas (Cuadro 11); la mayoría de los ingresos pertenecen al gremio de las heliófitas efimeras.

Para el sitio Los Filos el promedio fue de 21.2 ingresos $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$, mayormente representado por las heliófitas efimeras *Cecropia sp.* (guarumo), *Ochroma lagopus* (balsa), y las esciófitas *Pentaclethra macroloba* (gavilán) y *Trichilia quadrijugata* (culebro). La alta regeneración de especies heliófitas

presentada han ocupado los claros dejados por el aprovechamiento realizado en 1992. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.4586$) en el reclutamiento, entre las parcelas tratadas y testigo, tomando todo el período de mediciones y cuando se compararon los ingresos de La Lupe con el de los Los Filos.

Según se desprende de los valores de reclutamiento observados por año (Cuadro 11) considerando todas las especies, hay una tendencia a aumentar el número de reclutas después de la aplicación del tratamiento en La Lupe (1991-92 y 1994). Sin embargo, se nota también un incremento en el número de ingresos en las parcelas testigo. Igual situación se presenta en Los Filos (el reclutamiento aumenta después del aprovechamiento forestal). El reclutamiento es menor que el reportado en el estudio hecho por Camacho y Finegan (1997) en La Tirimbina entre 1993 y 1996, debido probablemente a la mayor apertura del dosel en La Tirimbina. Al compararse con el primer período (1990-93) de este estudio, donde se aplicaron los tratamientos en Tirimbina, los datos son similares a los encontrados después de los tratamientos y aprovechamiento en La Lupe y Los Filos respectivamente. Al parecer las diferencias en el número de reclutas en el último período analizado en La Tirimbina respecto a los sitios en Río San Juan, podría deberse a que la intensidad del tratamiento aplicado fue mayor en La Tirimbina, lo que provocó mayor dinámica al bosque.

Cuadro 11. Reclutamiento por tratamiento, sitio y medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

SITIO	1991-92*	1993**	1994	1995***	1997	Promedio
	N	N	N	N	N	N
La Lupe Tratadas	18.0	44.7	24.7	23.3	56.0	27.8
La Lupe Testigo	12.7	53.0	18.7	27.7	40.3	25.4
Los Filos		20.4	-----	30.5	55.3	21.2

*Aplicación del tratamiento La Lupe; **Aprovechamiento Los Filos; ***Complemento tratamiento La Lupe.

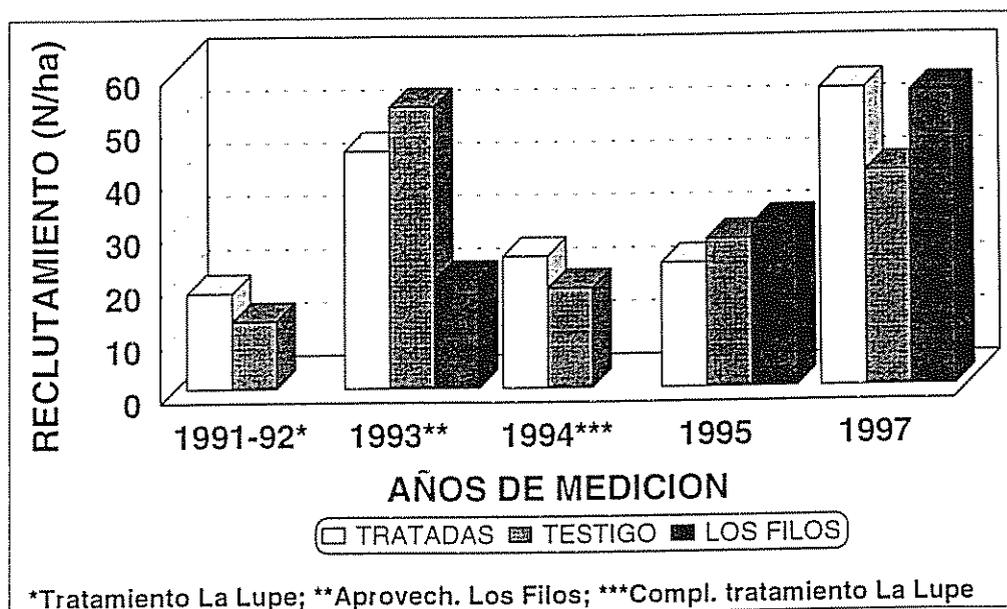


Figura 5. Reclutamiento por tratamiento, sitio y período de medición. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

5.2. Crecimiento de las especies.

5.2.1. Incremento diamétrico

Los datos de incremento se sometieron a una prueba de normalidad para determinar el tipo de distribución, la cual resultó estar sesgada hacia la

derecha. Por esta razón se utiliza la mediana para caracterizar el incremento y no sobrestimar los datos. Esta distribución de incrementos es típica según lo encontrado por diferentes autores (Camacho y Finegan, 1997; Sánchez Sánchez, 1996; Siteo, 1992; Peralta *et al.* 1987; Lieberman *et al.* 1985, etc.).

En el Cuadro 12 y en la Figura 6 puede observarse los incrementos obtenidos entre los diferentes periodos de medición por tratamiento. El incremento medio anual de las medianas de crecimiento diamétrico para todas las especies, en el periodo comprendido entre 1990 y 1997, fue de 3.6 mm año⁻¹ para las parcelas testigo, y de 4.4 mm año⁻¹ para las parcelas tratadas en La Lupe. Si bien es cierto, en el primer periodo de medición el incremento por tratamiento fue mayor para las parcelas testigo, a medida que transcurre el tiempo de aplicación del tratamiento (1991-1992) se hace notoria la diferencia en el crecimiento que presentan las parcelas tratadas respecto a las testigo. Tales diferencias fueron detectadas a nivel estadístico mediante la prueba de Wilcoxon a partir del periodo 1993-94 en adelante (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medianas del incremento diamétrico para los diferentes periodos de medición por tratamiento silvicultural. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Tratamiento	Incremento 1 (1991-1992)	Incremento 2 (1992-1993)	Incremento 3 (1993-1994)	Incremento 4 (1994-1995)	Incremento 5 (1995-1997)	IMA
Parcelas testigo	4.0	3.45	3.92	3.36	2.56	3.65
Parcelas tratadas	3.0	3.77	**4.55	*4.20	**4.10	**4.44

* $\alpha = 0.05$; ** $\alpha = 0.01$

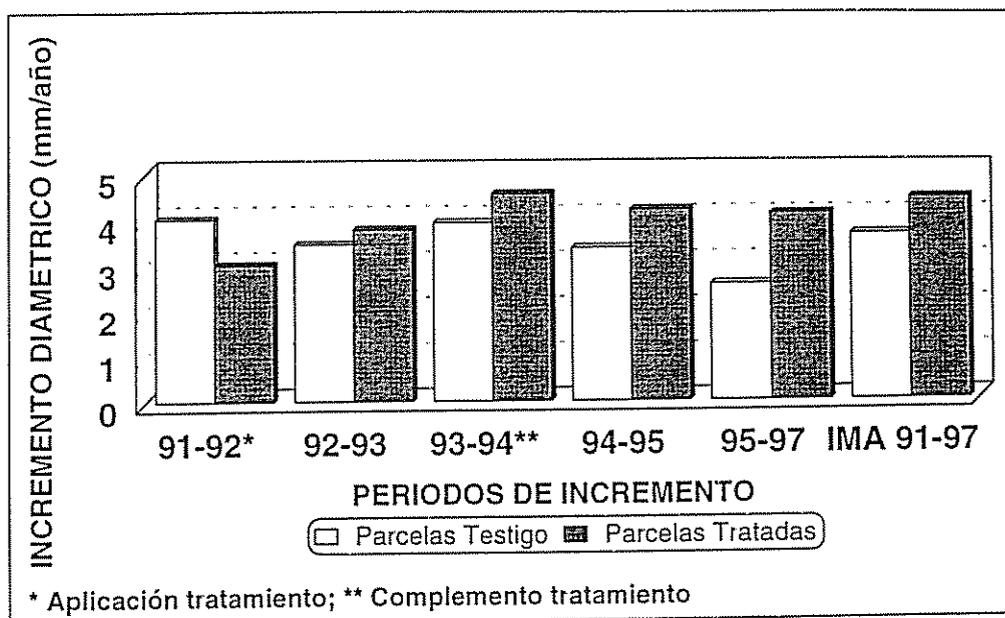


Figura 6. Incremento diamétrico por períodos de crecimiento por tratamiento silvicultural. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Por otro lado, en el sitio Los Filos el incremento mediano en el primer periodo de medición (4.38 mm año⁻¹) es superior al observado en los siguientes periodos (3.79 - 3.14 mm año⁻¹) (Cuadro 13).

Cuadro 13. Medianas de incremento diamétrico para los diferentes períodos de medición (mm año⁻¹). Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Incremento 1 (1992-1993)*	Incremento 2 (1993-1995)	Incremento 3 (1995-1997)	IMA (1992-1997)
4.38	3.79	3.14	3.98

* Aprovechamiento

Sin embargo, puede notarse que en ambos sitios el incremento presenta una tendencia a disminuir a medida que transcurre el tiempo luego de aplicado el tratamiento o el aprovechamiento según sea el caso. Esto fue señalado por Sánchez Sánchez (1995), y Clark y Clark (1994), solo que éstos últimos autores lo atribuyen a variaciones climáticas. Silva *et al.* (1995) determinaron que el

incremento en un bosque aprovechado fue declinando a medida que se cerraba el dosel. Asimismo, debe considerarse que a medida que transcurre el tiempo, además del cierre del dosel se da un incremento del área basal en el sitio, lo que se traduce como un aumento en la competencia, redundando en una disminución del incremento.

En el Cuadro 14 pueden observarse los valores del incremento alcanzado en La Lupe por las parcelas testigo y las parcelas tratadas y las ubicadas en Los Filos. Para el análisis se consideraron los períodos en que se tenían mediciones para ambos sitios. Durante el período 92-93 se registró un mayor incremento en Los Filos ($p < 0.01$). En el siguiente período (93-95) se observa un mayor incremento en las parcelas tratadas respecto a las testigo y Los Filos. El último período de crecimiento (95-97) muestra diferencias altamente significativas entre las tratadas y testigo y entre las tratadas y Los Filos. También se registraron diferencias significativas entre Los Filos y las parcelas testigo del La Lupe ($p < 0.05$).

Cuadro 14. Medianas de incremento diamétrico por tratamiento y sitio. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

SITIO	1992-1993	1993-95	1995-1997	1992-1997
La Lupe Testigo	a 3.45	a 3.36	a 2.56	a 3.65
La Lupe Tratadas	a 3.77	** b**4.20	** b**4.10	** b *4.44
Los Filos	** b**4.38	a 3.79	* c 3.14	a 3.98

* $\alpha = 0.05$; ** $\alpha = 0.01$; letras iguales no hay diferencias; letras distintas hay diferencias

Al evaluarse el incremento durante todo el período de medición (92-97), las parcelas tratadas son significativamente diferentes a la de Los Filos, y la diferencia es altamente significativa con respecto a las parcelas testigo. Entre

éstas últimas parcelas y Los Filos no se detectaron diferencias. En la Figura 7 se observan los incrementos referidos.

Camacho y Finegan (1997) encontraron valores medianos de 2 - 4 mm anuales a nivel de toda la población 4-5 años después de aplicados los tratamientos. Igualmente, Silva *et al.* (1995) encontraron incrementos anuales de 3 mm año⁻¹ para 195 especies en 11 años de observación posteriores a un aprovechamiento. Como se deduce de lo anterior, los valores de incremento diamétrico están dentro del rango de lo observado en otros trabajos de investigación.

De acuerdo a lo observado anteriormente, es un hecho que la aplicación de tratamientos silviculturales o el aprovechamiento en un determinado bosque, provoca un aumento en las tasas de incremento diamétrico, la cual tiende a disminuir a medida que el tiempo transcurre y se va cerrando el dosel y la competencia aumenta.

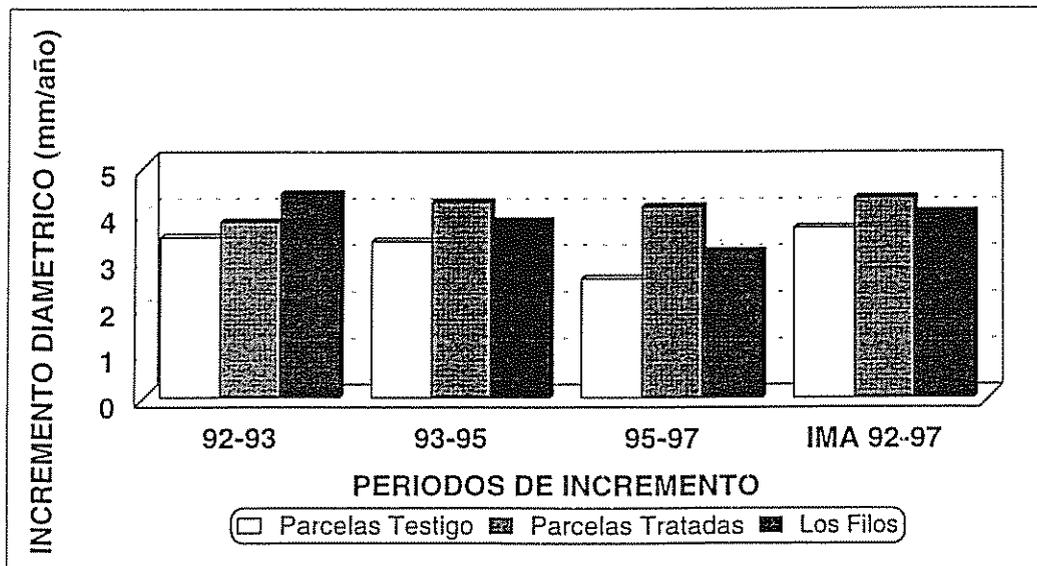


Figura 7. Incremento diamétrico por períodos de crecimiento por sitio y tratamiento silvicultural. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Al hacer las comparaciones a nivel de grupos ecológicos, en La Lupe se observa que hay un efecto positivo del tratamiento silvicultural en el incremento de las especies heliófitas efímeras, las esciófitas totales y el grupo de temperamento ecológico desconocido (Cuadro 15). En el caso del sitio Los Filos hay un efecto positivo del aprovechamiento en el incremento de todos los gremios ecológicos excepto en las heliófitas efímeras. Cabe mencionar que tal efecto se observa solamente en la medición inmediata después de la intervención. Sin embargo, en las esciófitas totales se mantiene a lo largo de todo el período de mediciones. Por lo general Los Filos presenta un mayor incremento para cada grupo ecológico que las parcelas testigo de La Lupe, lo cual podría deberse principalmente al aprovechamiento, sin descartar la posibilidad de que sea influencia de mejores condiciones de sitio.

A nivel de grupos de valor comercial, puede apreciarse que el tratamiento en La Lupe prácticamente no tiene efecto en el incremento de las especies actualmente comerciales, pero sí sobre los grupos de especies potenciales y sin valor comercial (Cuadro 16). En cambio, en el sitio Los Filos se aprecia un mayor incremento después del aprovechamiento comparado con La Lupe. Sin embargo, es en el grupo de especies potenciales donde se hace más evidente tal efecto, aunque el incremento de las especies comerciales y potenciales a lo largo de todo el período de estudio hay diferencias estadísticas respecto a las parcelas testigo en La Lupe.

Cuadro 15. Medianas de incremento diamétrico por grupo ecológico. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Grupo Ecológico	Sitio	MED. 1 1991-92	MED. 2 1992-93	MED. 3 1993-94	MED. 4 1994-95	MED. 5 1995-97	IMA 1992-97
Heliófitas efimeras	La Lupe Tratadas	15.0 a	8.26 a	7.84 a	5.88 a	3.59 a	7.22 a
	La Lupe Testigo	15.0 a	* 10.53 b	* 9.09 b	7.58 a	** 7.18 b	* 9.37 b
	Los Filos	No datos	9.69 ab	No datos	7.61 a	6.06 ab	8.45 ab
Heliófitas durables	La Lupe Tratadas	* 5.0 a	3.51 a	4.21 a	4.20 a	3.59 a	4.44 a
	La Lupe Testigo	3.0 b	2.86 a	4.72 a	4.20 a	3.59 a	4.13 a
	Los Filos	No datos	** 5.63 b	No datos	3.82 a	3.59 a	4.66 a
Esciófitas parciales	La Lupe Tratadas	* 4.0 a	3.45 a	4.42 a	5.04 a	3.59 a	3.97 a
	La Lupe Testigo	3.0 b	3.77 a	4.88 a	5.04 a	** 4.88 b	4.60 ab
	Los Filos	No datos	** 4.97 b	No datos	4.55 a	* 4.04 b	** 4.85 b
Esciófitas totales	La Lupe Tratadas	2.0 a	1.75 a	1.96 a	1.68 a	1.54 a	1.43 a
	La Lupe Testigo	2.0 a	** 2.87 b	** 3.03	** 3.03 b	** 2.56 b	** 2.86 b
	Los Filos	No datos	** 3.36 c	No datos	3.03 b	** 2.24 b	** 2.91 b
Temper. Desconoc.	La Lupe Tratadas	2.0 a	1.85 a	2.0 a	1.68 a	1.03 a	1.83 a
	La Lupe Testigo	2.0 a	1.92 a	** 3.03 b	* 3.03 b	** 2.56 b	** 2.86 b
	Los Filos	No datos	** 3.72 b	No datos	2.29 a	1.79 a	** 2.91 b

* $\alpha = 0.05$; ** $\alpha = 0.01$; letras iguales no hay diferencias; letras distintas hay diferencias

Cuadro 16. Medianas de incremento diamétrico por grupo comercial. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Grupo Comercial	Sitio	MED. 1 1991-92	MED. 2 1992-93	MED. 3 1993-94	MED. 4 1994-95	MED. 5 1995-97	IMA 1992-97
Comerciales	La Lupe Tratadas	2.5 a	2.61 a	3.00 a	3.36 a	2.05 a	2.87 a
	La Lupe Testigo	2.0 a	1.92 a	* 4.30 b	4.03 a	3.59 a	3.65 ab
	Los Filos	No datos	** 4.19 b	No datos	3.04 a	3.59 a	** 3.98 b
Potencia- les	La Lupe Tratadas	5.0 a	3.51 a	5.94 a	5.88 a	4.36 a	5.08 a
	La Lupe Testigo	4.0 b	4.72 a	6.36 a	** 7.58 b	** 6.67 b	* 6.03 b
	Los Filos	No datos	** 5.63 b	No datos	6.11 ab	5.83 b	** 6.60 b
Sin valor comercial	La Lupe Tratadas	4.0 a	3.51 a	3.00 a	3.36 a	2.05 a	3.17 a
	La Lupe Testigo	3.0 a	4.72 ab	** 4.04 b	* 3.79 b	** 3.59 b	** 3.81 b
	Los Filos	No datos	** 5.63 b	No datos	3.05 a	2.69 a	3.30 a

* $\alpha = 0.05$; ** $\alpha = 0.01$; letras iguales no hay diferencias; letras distintas hay diferencias

5.2.2. Efecto del tratamiento a nivel de especies y del rodal

En este acápite sólo se considera el sitio La Lupe ya que es donde se aplicó el tratamiento silvicultural. Lo referente al efecto del tratamiento en la dinámica (mortalidad, reclutamiento e incremento diamétrico) del bosque, se han abordado anteriormente cuando se hicieron comparaciones entre los sitios en estudio.

Al inicio del período de estudio el número de individuos por tratamiento presentó diferencias que se mantienen a lo largo de las mediciones, tal como se observa en la Figura 8. Al comparar la primera y última medición puede observarse que se incrementa la diferencia en el número de individuos a favor de las parcelas testigo, como resultado de la reducción en el número de árboles que implica tanto el tratamiento como su complemento, así como el efecto que

tienen a mediano plazo las intervenciones en parte del arbolado remanente. Sin embargo, no presentan diferencias estadísticas en el análisis de varianza.

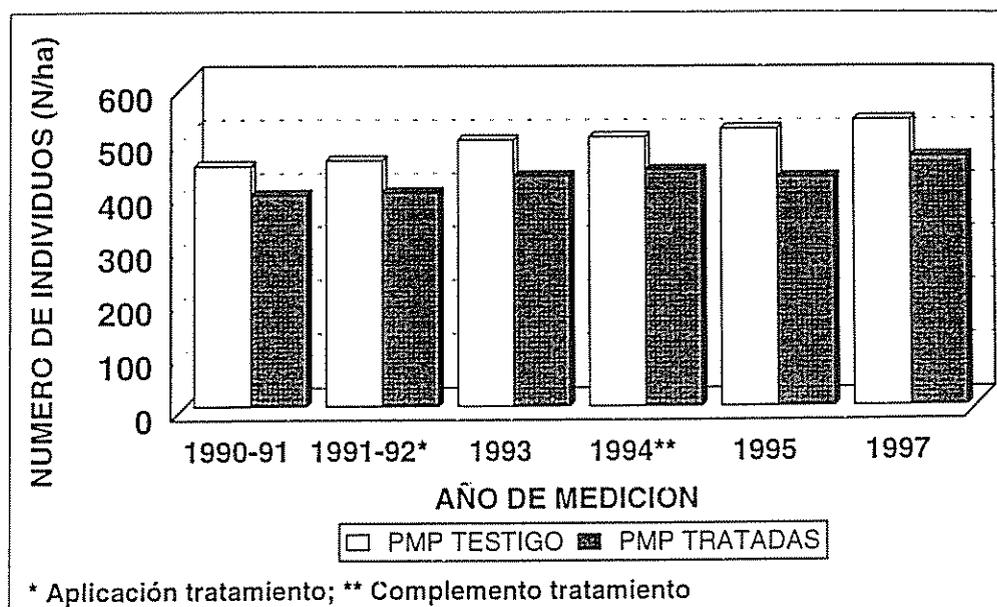


Figura 8. Número de individuos (N/ha) por tratamiento silvicultural por medición. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

En cuanto al área basal las diferencias se hacen más evidentes al final del periodo de estudio (Figura 9). Parte de esa diferencia es debida a la extracción de algunos árboles con $dap \geq 60$ cm, que significó la eliminación de unos $2.3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Esto sirvió de complemento al tratamiento realizado en 1991-92, donde se habían eliminado unos $3 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. En los últimos tres años de medición se presentan diferencias estadísticas, significativas en 1994 y altamente significativas en las dos últimas (1995-97). Al parecer, el complemento del tratamiento y la reducción que éste significó, son los que producen tal diferencia, la cual se incrementa en las siguientes mediciones.

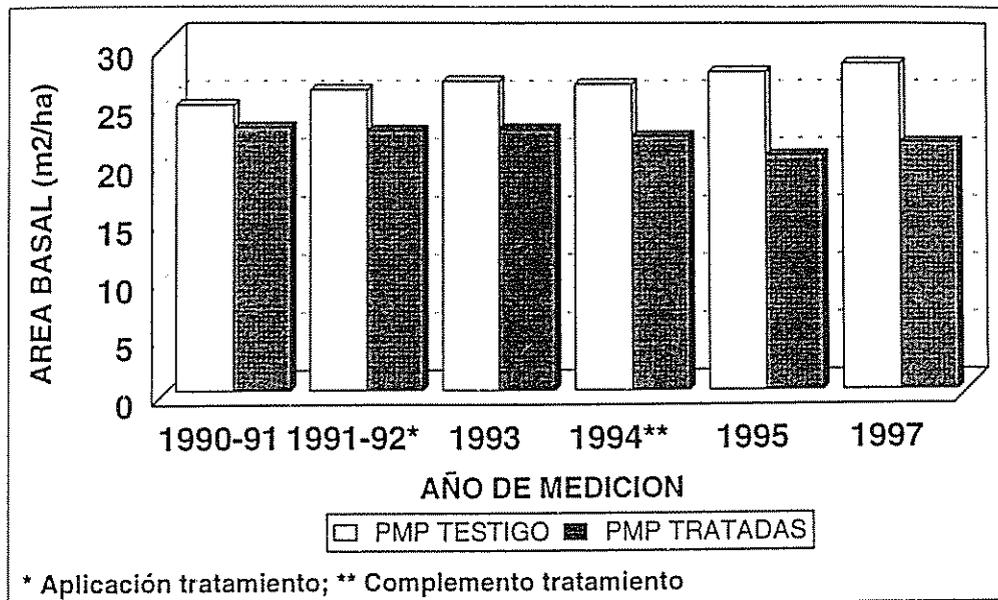


Figura 9. Area basal (m²/ha) por tratamiento silvicultural por medición. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Para determinar el efecto del tratamiento en cuanto al crecimiento de las especies, se realizó un análisis de conglomerados para clasificarlas según la velocidad que presentaron por tratamiento a lo largo de todo el periodo de estudio. En los resultados del análisis se observa que 12 especies aumentaron su velocidad de crecimiento al comparar las parcelas testigo con las parcelas tratadas, y una disminución del incremento de 9 especies (Anexo 5). Las especies que incrementaron su velocidad de crecimiento fueron; *Carapa guianensis* (cedro macho), *Cordia dwyeri* (laurel pataste), *Otova novogranatensis* (fruta dorada), *Colubrina ovalifolia* (pichipán) y *Dialium guianensis* (tamarindo), que pasaron del grupo de crecimiento lento al de moderadamente lento. Así mismo mejoraron su crecimiento *Cecropia obtusifolia* (guarumo), *Terminalia sp.* (guayabo de charco), *Dipteryx panamensis* (almendro) y *Virola sebifera* (cebo) al pasar del grupo moderadamente lento al de moderadamente rápido. Además las especies *Jacaratia costaricensis* (papayo), *Croton hillipianus* (algodón) y *Ochroma pyramidale* (balsa) que pasaron del grupo moderadamente rápido al de

crecimiento rápido. En este caso, debe tomarse en cuenta que de estas 12 especies, seis son de interés comercial o potencial (4 y 2 especies respectivamente).

Por otro lado, en lo que se refiere a la disminución del crecimiento, hay 9 especies cuyo incremento se ha visto disminuido en las parcelas tratadas respecto a las parcelas testigo. De estas, cinco especies pasaron del grupo de crecimiento moderadamente lento al de crecimiento lento como son: *Brosimum alicastrum* (ojoche), *Lonchocarpus sp.* (zopilote), *Brosimum lactescens* (ojoche), *Sterculia recordiana* (panamá) y una especie no identificada. Tres especies pasaron del grupo de crecimiento moderadamente rápido al moderadamente lento, *Virola koschnyii* (cebo), *Castilla elastica* (hule) y *Hampea appendiculata* (majagua). Finalmente, *Sacoglottis trichogyna* (rosita) pasó del grupo de crecimiento rápido al moderadamente lento. Cabe destacar que cuatro de estas nueve especies son de interés comercial actual o potencial (tres y una especie respectivamente).

En general se encontraron 49 especies comunes a ambos tratamientos, apareciendo 17 especies sólo en las parcelas testigo y 12 especies sólo en las parcelas tratadas. La mayoría de las especies comunes mantienen la misma velocidad de crecimiento en los dos tratamientos (28 especies, 57%) y un 43% sufren cambios en sus velocidades de crecimiento. De éstas, el 57% incrementan su velocidad y el 43% restante la disminuyen (Figura 10). En el Anexo 5 se presentan los datos de la distribución del crecimiento por especie en las diferentes velocidades tanto para las parcelas tratadas como para las parcelas testigo.

En estos resultados debe tenerse en cuenta el número de individuos de cada especie que fueron analizados, ya que podrían ser insuficientes como para poder ser categóricos en afirmar que el tratamiento las ayuda a incrementar su

crecimiento o a disminuirlo. Tal es el caso de *Sterculia recordiana* (panamá), que presenta 5 individuos en cada tratamiento, y puede que no sea un número suficiente para abarcar toda la variabilidad de crecimiento inherente a la especie. Diferente es el caso del *Carapa guianensis* (cedro macho) que cuenta con 38 y 28 individuos en parcelas testigo y tratadas respectivamente, y que se puede considerar una buena muestra (N cercano o superior a 30). Aún con este cuidado, al observar los gremios ecológicos y grupos comerciales a los que pertenecen las especies que ven modificado su crecimiento, no hay claridad en cuanto a qué grupos se ha beneficiado o perjudicado. Esto en el sentido de que tanto los que han aumentado o disminuido su incremento presentan porcentajes iguales de especies comerciales y/o potenciales vrs. especies no comerciales, así como especies heliófitas y esciófitas.

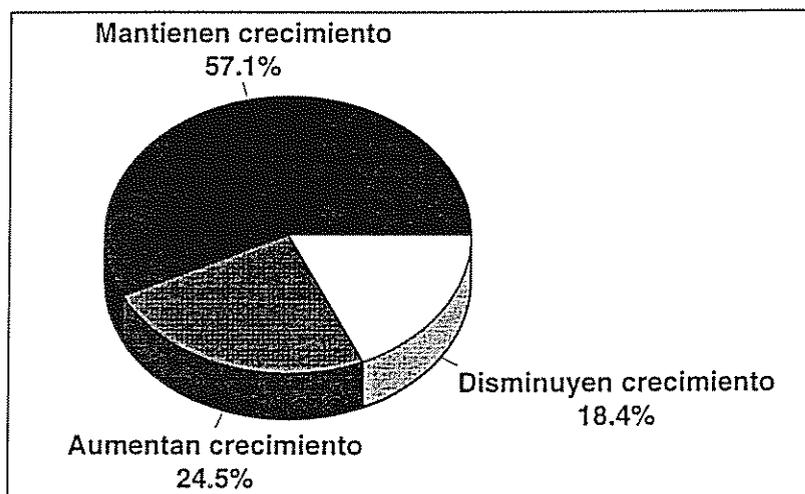


Figura 10. Efecto del tratamiento silvicultural en la clasificación de 49 especies según su velocidad de crecimiento. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

En cuanto al incremento presentado por cada grupo de crecimiento, al compararse según el tratamiento, la prueba de Wilcoxon arrojó diferencias significativas y altamente significativas para los conglomerados lento y moderadamente lento entre tratamientos respectivamente. Para los

conglomerados moderadamente rápido y rápido no se encontraron diferencias estadísticas. Esto muestra que las especies de crecimiento rápido y moderadamente rápido se comportan de manera similar en ambos tratamientos, pero las de crecimiento lento y moderadamente lento son las que se ven favorecidas por el tratamiento silvicultural.

5.2.3. Velocidad de crecimiento

Para determinar la velocidad de crecimiento diamétrico de las especies, se utilizaron solamente las que presentaron una abundancia de al menos un individuo ha^{-1} , y que han estado presentes a lo largo de todo el período de estudio (ver sección 4.3). Esto reduce considerablemente el número de especies analizadas, ya que muchas presentan menos de un individuo ha^{-1} . En las parcelas testigo de La Lupe, de un total de 120 especies, se analizan 66; en las parcelas tratadas el número se reduce de 123 a 61 especies. En Los Filos, las especies objeto de análisis fueron 66 de un total de 201.

En el Cuadro 17 se presentan las especies de mayor incremento en cada tratamiento. En el Anexo 4 se presentan los valores de incremento de todas las especies en cada sitio. En el sitio La Lupe se determinó el incremento diamétrico mediano anual de todas las especies por el tratamiento silvicultural, para el período comprendido entre 1991-1997. Las especies que presentaron un mayor incremento en las parcelas testigo (entre 10.5 y 15.7 mm anuales) fueron *Hampea appendiculata* (majagua) y *Trichospermum grewifolium* (capulín). Otras 14 especies registran un incremento entre 5.6 y 9.5 mm anuales. En las parcelas tratadas las especies de mayor incremento fueron *Ochroma pyramidale* (balsa), *Pourouma aspera* (pasica), *Trichospermum grewifolium* (capulín) y *Croton killipianus* (algodón) con incrementos entre 10.6 y 14.4 mm año^{-1} , y *Jacaratia costaricensis* (papayo) con un incremento de 14.8

mm. Aparecen además otras 19 especies que registraron incrementos entre 5.2 y 9.7 mm anuales.

En Los Filos se registró un menor incremento diamétrico a nivel de especies individuales comparado con La Lupe, ya que solamente una especie sobrepasó los 10 mm, tal como se observa en el Cuadro 17. La especie de mayor incremento fue *Cecropia obtusifolia* (guarumo) que registró un incremento de 10.8 mm anuales. Luego aparecen un total de 16 especies con un incremento entre 5 y 9 mm anuales. El número de especies por encima de los 5 mm de incremento es similar al de las parcelas tratadas en La Lupe.

Cuadro 17. Especies de mayor incremento diamétrico mediano anual (mm año⁻¹). Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua

Testigo, La Lupe		Tratadas, La Lupe		Los Filos	
Nombre	Incr. mm/a	Nombre	Incr. mm/a	Nombre	Incr. mm/a
<i>Trichospermum grewifolium</i>	15.7	<i>Jacaratia costaricensis</i>	14.8	<i>Cecropia obtusifolia</i>	10.8
<i>Hampea appendiculata</i>	10.5	<i>Croton killipianus</i>	14.4	<i>Pentaclethra macroloba</i>	8.9
<i>Cecropia insignis</i>	9.5	<i>Trichospermum grewifolium</i>	11.4	<i>Terminalia sp.</i>	8.5
<i>Ochroma pyramidale</i>	9.5	<i>Pourouma aspera</i>	11.1	<i>Apeiba membranaceae</i>	8.2
<i>Jacaratia costaricensis</i>	9.5	<i>Ochroma pyramidale</i>	10.6	<i>Cecropia insignis</i>	7.7
<i>Sacoglottis trichogyna</i>	8.9	<i>Viola sebifera</i>	9.7	<i>Guarea sp.</i>	7.2
<i>Castilla elastica</i>	7.5	<i>Ocotea sp.</i>	9.5	<i>Sacoglottis trichogyna</i>	7.0
<i>Croton killipianus</i>	7.1	<i>Pentaclethra macroloba</i>	9.4	<i>Spondias mombin</i>	6.5
<i>Pentaclethra macroloba</i>	7.0	<i>Terminalia bucidoides</i>	7.6	<i>Pourouma aspera</i>	6.5
<i>Viola sebifera</i>	6.7	<i>Cordia dwyeri</i>	7.6	<i>Ocotea sp.</i>	6.4
<i>Viola koschnyii</i>	6.7	<i>Cecropia insignis</i>	7.3	<i>Stemmadenia</i>	5.8
<i>Pourouma aspera</i>	6.4	<i>Hampea appendiculata</i>	7.3	<i>donnaelsmithii</i>	5.8
<i>Guarea sp.</i>	6.2	<i>Cecropia obtusifolia</i>	6.6	<i>Castilla elastica</i>	5.6
<i>Inga sp.</i>	5.9	<i>Dipteryx panamensis</i>	6.4	<i>Inga sp.</i>	5.5
<i>Cordia sp.</i>	5.7	<i>Terminalia sp.</i>	6.2	<i>Celtis schipii</i>	5.4
<i>Lonchocarpus sp.</i>	5.6	<i>Dussia macrophylla</i>	5.7	<i>Dipteryx panamensis</i>	5.2
		<i>Inga sp.</i>	5.6	<i>Tetragastris panamensis</i>	5.1
		<i>Otova novogranatensis</i>	5.4	<i>Protium sp.</i>	5.0
		<i>Chimarrhis sp.</i>	5.4	<i>Chimarrhis parviflora</i>	
		<i>Hernandia didymantha</i>	5.4		
		<i>Hedyosmum scaberrimum</i>	5.4		
		<i>Apeiba membranaceae</i>	5.4		
		<i>Sacoglottis trichogyna</i>	5.2		
		<i>Cespedezia macrophylla</i>	5.2		

Con el fin de evaluar, aunque de manera preliminar, la existencia de interacciones especie - sitio para la variable incremento diamétrico, se hizo una comparación de los cambios en el crecimiento de las especies comunes y más

numerosas ($n \geq 30$) entre ambos sitios. La representación gráfica de esta comparación se presenta en la Figura 11. Se utilizó además la prueba de Wilcoxon del Npar1way de SAS, que permite comparar datos cuya distribución no es normal. Las especies evaluadas fueron *Carapa guianensis* (cedro macho), *Pentaclethra macroloba* (gavilán), *Cecropia insignis* (guarumo) y *Lunania parviflora* (huesillo).

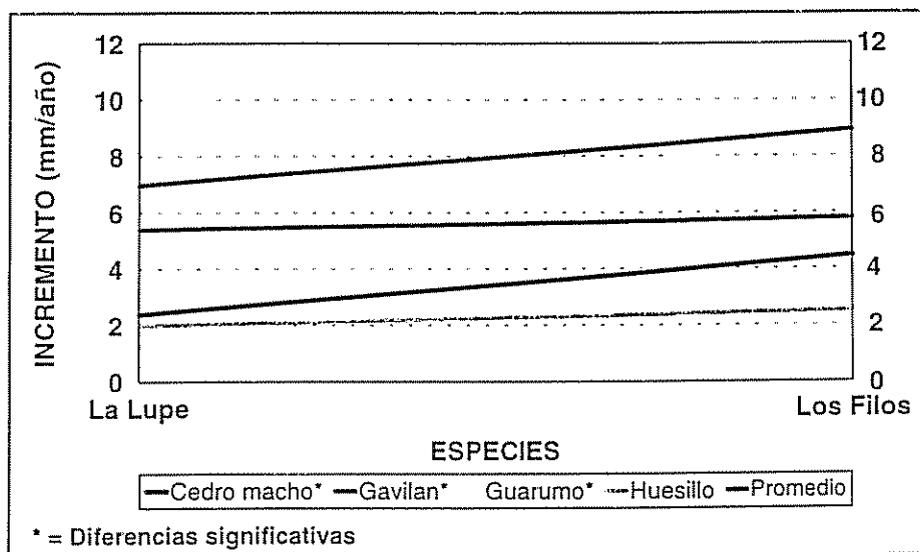


Figura 11. Interacción del incremento de las especies más numerosas en los sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

De las cuatro especies, tres aumentan su incremento en Los Filos y la otra disminuye. De acuerdo con la prueba de Wilcoxon, sólo *Lunania parviflora* (huesillo) no presenta diferencias estadísticas en el incremento ($p = 0.8043$), aunque éste es mayor en Los Filos. La especie *Cecropia insignis* (guarumo) presentó un mayor incremento en La Lupe, lo cual podría atribuirse a que tanto el aprovechamiento de 1985-86 como las intervenciones posteriores le proporcionaron mayor apertura del dosel, y por consiguiente, mejores condiciones para crecer. En esto debe considerarse el hecho de que la especie es una heliófita efímera. Por otro lado, el mayor incremento que presentan las

otras tres especies en Los Filos, podría acusar una mejor calidad del sitio comparado con La Lupe.

Al trazarse la curva promedio de los incrementos por sitio, se observa que *Lunania parviflora* presenta un comportamiento muy parecido, las otras tres especies presentan una tendencia diferente al promedio. *Carapa guianensis* y *Pentaclethra macroloba* presentan una curva mayor y *Cecropia insignis* una curva menor. Lamentablemente el número de especies comunes y con una frecuencia mayor a 30 son muy pocas para poder hacer una mejor inferencia sobre las posibles mejores condiciones de sitio en Los Filos. Además el hecho de contar solamente con dos sitios, no permite hacer una evaluación más precisa sobre la plasticidad de las especies.

5.2.4. Agrupación de las especies según su velocidad de crecimiento.

El análisis de conglomerados efectuado para ambos sitios de estudio se hizo por separado. En La Lupe se utilizaron los datos de las parcelas testigo y las parcelas tratadas en conjunto, incluyéndose un total de 57 especies. Se determinaron cuatro grupos de crecimiento: especies de crecimiento lento, especies de crecimiento moderadamente lento, especies de crecimiento moderadamente rápido y especies de crecimiento rápido (Cuadro 18). La mayoría de las especies pertenecen a los grupos de crecimiento lento (un 50%) y menos del 30% a los grupos de crecimiento moderadamente rápido a rápido. Los valores de asignación en grupos de velocidad de crecimiento serán utilizados para determinar el ajuste del incremento diamétrico a partir de las variables del árbol y topográficas.

Para el sitio Los Filos se conformaron cuatro conglomerados de crecimiento similares a los de La Lupe. El número de especies objeto de

análisis fue de 66, de las cuales, un 41% pertenece al grupo de crecimiento moderadamente lento. A diferencia del sitio La Lupe, se encontró un mayor número de especies de crecimiento moderadamente rápido a rápido (41%), según se observa en el Cuadro 18. En el Anexo 4 se presenta la distribución del incremento diamétrico por especie por cada sitio.

Cuadro 18. Número de especies por conglomerado (cluster) de crecimiento. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

CONGLOMERADO	LA LUPE		LOS FILOS	
	N	%	N	%
1.- Lento	29	43.9	12	18.2
2.- Moderadamente lento	23	34.8	27	40.9
3.- Moderadamente rápido	12	18.1	15	22.7
4.- Rápido	2	3.0	12	18.2
TOTAL	66	100.0	66	100.0

Para verificar la clasificación de las especies según el análisis de conglomerados se aplicó un análisis discriminante. Este análisis reveló que en La Lupe dos especies fueron reclasificadas *Dipteryx panamensis* (almendro) y *Croton schiedeanus* (copalchil) que originalmente fueron clasificadas en los grupos de crecimiento medianamente rápido y lento, respectivamente, posteriormente se reclasificaron en los de crecimiento medianamente lento.

En el caso del sitio Los Filos se detectaron tres cambios en la clasificación: *Lunania parviflora* (huesillo), *Posoqueria latifolia* (jazmín) y *Chimarrhis latifolia* (plátano). Las dos primeras fueron originalmente clasificadas como especies de crecimiento moderadamente lento y se reclasificaron posteriormente como de crecimiento lento. La especie restante fue clasificada dentro del grupo de crecimiento rápido y fue posteriormente reclasificada como de crecimiento moderadamente rápido.

Sin embargo, las tasas de error de clasificación apenas llegan al 5%, por lo que se aceptan como válidos los resultados del análisis de conglomerados, pues el error de tolerancia que se había planteado como aceptable era del 10%.

Por otro lado, es interesante notar que las reclasificaciones que realiza *a posteriori* el análisis discriminante ubica a las cinco especies mencionadas anteriormente, en un conglomerado de crecimiento inmediato al que habían sido ubicadas en el análisis de conglomerados, (ya sea que pasa al inmediato inferior como almendro o al inmediato superior como copalchil), lo que indica poco cambio en su reclasificación. Los cambios fueran más extremos, habría que identificar la causa ya que podría haberse utilizado un método de clasificación en el análisis de conglomerados que no funciona adecuadamente.

5.2.5. Evaluación de la asociación entre el incremento diamétrico y las variables del árbol y topográficas

En el Cuadro 19 se observan las variables topográficas y del árbol que presentaron correlación con el incremento diamétrico medio anual en el sitio La Lupe. Cuatro variables presentan una correlación mayor del 20%, y tres menos de 10%. Sin embargo, casi todas resultaron altamente significativas, excepto el diámetro inicial ($p = 0.0137$) y la pendiente ($p = 0.2310$).

La variable cluster, la cual está referida a la velocidad de crecimiento de las especies, fue generada a partir de la mediana del Incremento Medio Anual (IMA) y los cuartiles uno y tres para cada una de las especies que fueron incluidas en el análisis de conglomerados realizado para ambos tratamientos. Por eso el coeficiente de correlación que presenta con el IMA es relativamente alto ($r = 0.58$).

Cuadro 19. Coeficientes de correlación (r) de Pearson y Spearman (según sean variables continuas o variables categóricas) y su nivel de significancia estadística entre el incremento diamétrico medio anual (IMA) y las variables del árbol y topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

	Variab les	r	Nivel de probabilidad
Del árbol	dap inicial	- 0.0622	0.0137
	área basal inicial	- 0.1937	0.0001
	iluminación	- 0.2606	0.0001
	forma de copa	- 0.2028	0.0001
	calidad de fuste	- 0.1615	0.0001
	infestación por lianas	- 0.1577	0.0001
	grupo ecológico	- 0.3797	0.0001
	grupo de crecimiento	0.5764	0.0001
Topográficas	Pendiente (%)	0.0302	0.2310
	Posición de la pendiente	0.0699	0.0056
	Forma de la pendiente	- 0.1338	0.0001

La otra variable que presenta una correlación relativamente alta con el IMA es el grupo ecológico. En este aspecto cabría esperar un mayor incremento diamétrico de las especies heliófitas, con respecto a las esciófitas, debido a su estrategia biológica de aumentar su crecimiento en condiciones de competencia por luz.

El área basal inicial, como una estimación de la competencia por el espacio horizontal, presenta una baja correlación con el incremento diamétrico

($r = 0.19$). Lo que se podría esperar es que hubiera una correlación negativa más alta que la encontrada pues a mayor área basal ocurre mayor competencia y consecuentemente una disminución en el incremento.

De las restantes variables del árbol la iluminación y la forma de la copa son las que presentan más relación con el IMA. La calidad del fuste y la infestación por lianas están correlacionadas con el IMA, pero presentan valores de r menores de 20%. En cuanto a las variables topográficas, la pendiente no presenta ninguna correlación con el IMA, y la posición y la forma de la pendiente aunque se correlacionan, alcanzan valores de r bastante bajos.

En la relación entre las diferentes variables del árbol y topográficas, la iluminación es la que más se correlaciona con el diámetro inicial ($r = 0.49$), seguida de la calidad del fuste ($r = 0.36$), el grupo ecológico ($r = 0.26$) y el cluster ($r = 0.24$), según se observa en el Anexo 6. Esto puede explicarse en función de que a mayor diámetro debería esperarse más altura, por tanto, una mejor ubicación para lograr más iluminación. También se espera que los árboles con un fuste mejor formado logren alcanzar una mejor posición en el estrato arbóreo y lograr una mayor iluminación. La relación con el grupo ecológico está también basada en las necesidades de luz que tienen los diferentes gremios. Por último, cabe esperar que una mejor iluminación provea más oportunidades para incrementar el crecimiento.

Para el sitio Los Filos, las correlaciones entre el IMA y las variables del árbol y topográficas se presentan en el Cuadro 20. Cinco variables presentan una correlación mayor al 20% pero menor a 45%. La única variable que no resultó correlacionada fue la forma de la pendiente.

Cuadro 20. Coeficiente de correlación (r) de Pearson y Spearman (según sean variables continuas o variables categóricas) y su nivel de significancia estadística entre el incremento diamétrico medio anual (IMA) y las variables del árbol y topográficas. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

	Variables	r	Nivel de probabilidad
Del árbol	dap inicial	0.1812	0.0001
	área basal inicial	0.0727	0.0005
	iluminación	- 0.3774	0.0001
	forma de copa	- 0.2589	0.0001
	calidad de fuste	- 0.1919	0.0001
	infestación por lianas	- 0.0519	0.0132
	grupo ecológico	- 0.2117	0.0001
	grupo de crecimiento	0.4371	0.0001
Topográficas	Pendiente (%)	0.0516	0.0137
	Posición de la pendiente	0.0580	0.0056
	Forma de la pendiente	- 0.0400	0.0560

La variable que presentó la mayor correlación, al igual que en el sitio La Lupe, fue el grupo de velocidad de crecimiento ($r = 0.44$). La iluminación es la siguiente variable con mayor correlación ($r = 0.38$), seguida de la forma de copa ($r = 0.26$) y el grupo ecológico ($r = 0.21$).

Las variables topográficas presentaron muy poca o ninguna correlación con el IMA. Tal es el caso de la pendiente, que al parecer no guarda ninguna relación con el incremento.

En cuanto a la correlación entre las diferentes variables, nuevamente la iluminación es la que presentó los mayores valores (Anexo 6). Con el diámetro inicial el coeficiente fue de 0.57, seguido de la calificación del fuste ($r = 0.33$), el grupo ecológico ($r = 0.27$) y el grupo de velocidad de crecimiento ($r = 0.26$).

5.2.6. Construcción de los modelos de crecimiento diamétrico.

Los modelos generados para predecir el incremento diamétrico fueron elaborados para árbol individual, considerando todo el conjunto de individuos que se incluyeron en el análisis de conglomerados del acápite 5.2.3. Para la interpretación de los modelos es muy importante tener claro las fuentes de variación que no están incluidas en ellos. Algunas posibles fuentes de variación que podrían estar incidiendo en la variación no explicada son:

- Especies. La cantidad de especies incluidas en los análisis así como las características fisiológicas y genéticas de cada una de ellas.
- Aspectos del sitio que no fueron medidos y que no están incluidos en el modelo (características físicas y químicas del suelo, productividad potencial, etc.), así como variaciones en los aspectos climáticos.
- Efecto de actividades antropogénicas en el pasado (extracciones forestales).
- Errores de medición y de estimación de las diferentes variables incluidas en el modelo.
- Error por falta de ajuste de los modelos matemáticos involucrados.

Teniendo en cuenta las limitaciones que se derivan de las fuentes de variación no controlada, se utilizó el Incremento diamétrico Medio Anual (IMA) como variable dependiente y las variables del árbol y topográficas para ajustar modelos de regresión que permitan predecir el IMA.

El análisis de correlaciones entre las variables del árbol y topográficas con el IMA, permitieron seleccionar preliminarmente las variables que explican el mayor porcentaje de la variación encontrada en el incremento diamétrico.

En cada sitio se lograron ajustar dos modelos, uno lineal y otro semilogarítmico. El modelo lineal para La Lupe fue:

$$\text{IMA} = 0.492303 + 0.274087 (\text{Velocidad de crecimiento}) - 0.066103 (\text{Forma de copa}) - 0.005325 (\text{Dap inicial}) - 0.062696 (\text{Iluminación}) + 0.077246 (\text{Tratamiento}) - 0.030608 (\text{Forma de la pendiente}).$$

$$R^2 = 39.0$$

$$\text{C.V.} = 75.1 \%$$

$$R^2_{\text{aj.}} = 38.8$$

$$\text{Error estándar} = 0.42 \text{ cm}$$

El modelo semilogarítmico fue:

$$\text{Log (IMA)} = -0.239165 + 0.275658 (\text{Velocidad de crecimiento}) - 0.088221 (\text{Forma de la copa}) + 0.111689 (\text{Tratamiento}) - 0.077016 (\text{Iluminación}) - 0.005316 (\text{dap inicial}) - 0.043233 (\text{forma de la pendiente}) - 0.030361 (\text{lianas}).$$

$$R^2 = 40.9$$

$$\text{C.V.} = 133.8$$

$$R^2_{\text{aj.}} = 40.6$$

$$\text{Error estándar} = 0.43 \text{ cm}$$

Los resultados del análisis de varianza de cada modelo (Cuadros 21 y 22), muestran que todos los valores del Factor de Inflación de la Varianza (FIV) son inferiores a diez, lo cual garantiza que no se tienen problemas de colinealidad entre variables (Drapper y Smith, 1981; Campos, 1989). También el Índice de Condición (IC) de Gujarati (1995) alcanza un valor de 17.6, lo cual no muestra problemas graves de multicolinealidad. El valor obtenido de la prueba de F, resultó altamente significativa, por lo cual el cuadrado medio del error puede considerarse un valor insesgado del valor esperado de la varianza poblacional (Drapper y Smith, 1981).

Entre las limitantes que presenta el modelo lineal se puede indicar que aunque los residuos presentan una tendencia a la normalidad, no se distribuyen normalmente, ya que es afectada por algunos valores extremos que la sesgan hacia la derecha. La otra limitante es que presenta problemas de heterogeneidad de varianzas, lo cual fue determinado con la prueba de Breusch Pagan. La heterocedasticidad no destruye la consistencia de los estimadores pero sí su eficiencia para utilizarlos en pruebas de hipótesis. Se hicieron algunas transformaciones para tratar de corregir esta heterogeneidad de varianzas, pero resultaron infructuosas. Entre tales transformaciones figuran la transformación logarítmica de todas las variables, y la deflación de dichas variables al dividirse entre la raíz cuadrada de los valores absolutos de los residuos. Esta última, elevó considerablemente el R^2 , pero no logró corregir el problema de heterocedasticidad.

La limitante del modelo semilogarítmico fue la heterogeneidad de varianzas, que al igual que en el modelo anterior, fue diagnosticada con la prueba de Breusch Pagan. Se probaron las mismas transformaciones de variables pero no pudo corregirse. Sin embargo, la transformación logarítmica de la variable de respuesta normalizó los residuos reduciendo, sin llegar a corregirlo, considerablemente el problema de la heterocedasticidad.

De las variables consideradas para generar los modelos (lineal y semilogarítmico) de incremento diamétrico, las que se incluyeron en cada modelo son las que contribuyeron a explicar mejor dicho incremento. Sin embargo, esto no significa necesariamente que sean la causa directa del incremento, ni que las posibles variables que no fueron incluidas en el modelo no tengan un marcado efecto sobre el crecimiento. El modelo presentado en cada caso es uno de los posibles modelos que se pueden ajustar.

Cuadro 21. Resultados del análisis de varianza para el modelo lineal de incremento medio anual a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Fuentes variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob. > F
Modelo	6	172.69548	28.78258	166.409	0.0001
Error	1561	269.99553	0.17296		
Total	1567	442.69100			

Variable	Grados de libertad	Valor de T	Prob > T	FIV	IC
Intercepto	1	7.108	0.0001	0.0000	1.0000
Cluster	1	26.621	0.0001	1.0779	3.2251
Forma de copa	1	- 4.509	0.0001	1.0356	3.9005
Dap	1	- 6.323	0.0001	1.4871	4.8664
Iluminación	1	- 6.419	0.0001	1.5752	6.5150
Tratamiento	1	3.595	0.0003	1.0248	9.2777
Forma pend.	1	- 2.081	0.0376	1.0367	17.5717

FIV = factor de inflación de la varianza; IC = Índice de Condición.

Cuadro 22. Resultados del análisis de varianza para el modelo semilogarítmico de incremento medio anual a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Fuentes variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob. > F
Modelo	7	196.20733	28.02962	154.244	0.0001
Error	1561	283.48797	0.18172		
Total	1567	479.69531			

Variable	Grados de libertad	Valor de T	Prob > T	FIV	IC
Intercepto	1	- 3.279	0.0011	0.0000	1.0000
Cluster	1	25.816	0.0001	1.1035	3.4341
Forma de copa	1	- 5.871	0.0001	1.0357	4.1417
Tratamiento	1	5.062	0.0001	1.0285	4.8391
Iluminación	1	- 7.673	0.0001	1.5833	5.8942
Dapl	1	- 6.030	0.0001	1.5511	7.1627
Forma pend.	1	- 2.867	0.0042	1.0371	9.9505
Lianas	1	- 2.103	0.0356	1.0825	19.0734

FIV = factor de inflación de la varianza; IC = Índice de Condición.

Para el Sitio Los Filos, el modelo lineal fue el siguiente:

$$\text{IMA} = 0.694584 + 0.211288 (\text{Cluster}) - 0.082711 (\text{Forma de copa}) - 0.142057 (\text{Iluminación}) - 0.004420 (\text{Dap}) + 0.006161 (\text{Area basal inicial}) - 0.038354 (\text{Lianas}) - 0.029037 (\text{Forma de la pendiente})$$

$$R^2 = 31.4 \%$$

$$\text{C.V.} = 78.6 \%$$

$$R^2 \text{ aj.} = 31.2 \%$$

$$\text{Error estándar} = 0.42 \text{ cm}$$

El modelo logarítmico obtenido fue:

$$\begin{aligned} \text{Log (IMA)} = & - 0.067755 - 0.040225 \text{ (Lianas)} + 0.007514 \text{ (Area basal inicial)} \\ & + 0.231511 \text{ (Cluster)} - 0.006291 \text{ (Dap)} - 0.164353 \\ & \text{(Iluminación)} - 0.114461 \text{ (Forma de copa)} - 0.033064 \text{ (Forma} \\ & \text{de la pendiente)} \end{aligned}$$

$$R^2 = 34.1 \%$$

$$C.V. = 135.7 \%$$

$$R^2 \text{ aj.} = 33.9 \%$$

$$\text{Error estándar} = 0.45 \text{ cm}$$

En los Cuadros 23 y 24 se presentan los resultados del análisis de varianza de cada modelo. Similar a lo sucedido con los modelos de La Lupe presenta problemas de heterogeneidad de varianzas y, el Índice de Condición (IC) revela problemas de multicolinealidad (Gujarati, 1995). Sin embargo, el Factor de Inflación de la Varianza (FIV) en ambos modelos está entre 0 y 1.5, lo cual no acusa problemas de colinealidad entre variables.

Los modelos presentados anteriormente fueron sometidos a transformaciones para tratar de controlar la heterocedasticidad, sin embargo, fue imposible lograrlo. Nuevamente se señala que estos modelos son solo algunos de los que se pueden ajustar para predecir el incremento diamétrico medio anual.

Cuadro 23. Resultados del análisis de varianza para el modelo lineal de incremento medio anual a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Fuentes variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob. > F
Modelo	7	179.12021	25.58860	141.850	0.0001
Error	2170	391.45194	0.18039		
Total	2177	570.57215			

Variable	Grados de libertad	Valor de T	Prob > T	FIV	IC
Intercepto	1	6.564	0.0011	0.0000	1.0000
Cluster	1	21.436	0.0001	1.1318	4.3619
Forma de copa	1	- 9.678	0.0001	1.0325	6.0202
Iluminación	1	- 13.729	0.0001	1.5383	6.9511
Dapl	1	- 6.281	0.0001	1.5610	8.3916
Area basal ini.	1	2.347	0.0190	1.0386	9.9530
Lianas	1	- 2.552	0.0108	1.0590	15.1082
Forma pend.	1	- 2.317	0.0206	1.0149	36.6825

FIV = factor de inflación de la varianza; IC = Índice de Condición.

Cuadro 24 Resultados del análisis de varianza para el modelo semilogaritmico de incremento medio anual a partir de las variables del árbol y variables topográficas. Sitio Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Fuentes variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob. > F
Modelo	7	230.08311	32.86902	160.355	0.0001
Error	2170	444.79784	0.20498		
Total	2177	674.88095			

Variable	Grados de libertad	Valor de T	Prob > T	FIV	IC
Intercepto	1	- 0.601	0.5481	0.0000	1.0000
Lianas	1	- 2.511	0.0121	1.0590	4.3619
Area basal ini.	1	2.685	0.0073	1.0386	6.0203
Cluster	1	22.034	0.0001	1.1318	6.9511
Dapl	1	- 8.387	0.0001	1.5610	8.3916
Iluminación	1	-14.901	0.0001	1.5383	9.9530
Forma de copa	1	-12.565	0.0001	1.0325	15.1082
Forma pend.	1	- 2.475	0.0134	1.0149	36.6825

FIV = factor de inflación de la varianza; IC = Índice de Condición

Los cuatro modelos ajustados son bastante similares. En el caso de La Lupe se incluye el tratamiento como una variable "dummy". En Los Filos el área basal inicial tiene cierta incidencia en el incremento. En general, se esperaría un mayor IMA cuando la especie presente mayor velocidad de crecimiento, tenga buena forma de copa, sea de diámetros menores, presente buena iluminación, la pendiente sea cóncava y se presente poca afectación por causa de lianas. En el caso de La Lupe, el tratamiento hace un aporte para mejorar el incremento.

La utilización del cluster como variable permite desarrollar funciones más prácticas al agrupar muchas especies en pocos agregados a partir de características comunes. En este caso, de acuerdo a la velocidad de crecimiento Vanclay (1989) argumenta que agrupar las especies es esencial para disminuir el número de funciones a desarrollarse, utilizándose como criterios aprovechamientos, las relaciones tamaño - volumen, patrones de crecimiento etc.. Otro sentido de la agrupación es que muchas especies pueden tener datos insuficientes para proporcionar funciones de predicción en modelos de incremento y agruparlas podría ser la mejor manera de salvar esta situación (Vanclay, 1995).

En esta investigación se intentó generar un modelo de incremento diamétrico para cada grupo de velocidad de crecimiento (cluster) a partir de las mismas variables que se utilizaron con los modelos anteriores. Sin embargo, el ajuste que se logró estuvo muy cercano e incluso por debajo de un 10%, por lo que tuvieron que ser desechados. Más bien, por eso es que se utilizó el cluster o grupo de velocidad de crecimiento como una variable dentro del modelo que ayudó a diferenciar grupos de especies para no tratarlas igual a todas.

También se intentó utilizar modelos logarítmicos como lo hizo Siteo (1992), pero no se obtuvieron buenos resultados, pues el ajuste fue menor ($R^2 < 0.2$) y los datos no pudieron normalizarse.

Al considerar todas las fuentes de variación que no se incluyen en los modelos, podemos considerar que los coeficientes de determinación ($31.4 \leq R^2 \leq 40.9$), son bajos pero razonables.

5.2.6.1. Validación de los modelos

Los modelos fueron validados en función de un coeficiente de determinación siguiendo lo propuesto por Alder (1980) (ver acápite 3.4.5). Para complementar la validación se hizo una evaluación de la eficiencia del modelo (Vanclay 1994a). Para la validación se contó con un conjunto de 100 observaciones independientes (no usados para generar los modelos) en cada sitio; los resultados se presentan en el Cuadro 25. Para el sitio La Lupe, el modelo lineal presenta un coeficiente de determinación más alto que el del modelo semilogarítmico, lo que acusa un mejor ajuste pues la diferencia entre ambos es pronunciada. Según la evaluación de la eficiencia, el modelo lineal resultó más eficiente al presentar un 85% contra un 76% del modelo semilogarítmico. Sin embargo, como puede notarse los valores de eficiencia están bastante cercanos entre sí.

En el caso del sitio Los Filos, los valores del coeficiente de determinación en cada modelo resultaron muy similares a los de La Lupe. Nuevamente la suma de los residuos es menor en el modelo lineal que en el modelo semilogarítmico, y aunque también su eficiencia es mayor, los valores alcanzados por ésta son muy parecidos.

Cuadro 25. Algunos estadísticos de la validación de los modelos lineales y semilogarítmicos. Sitios La Lupe y Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Estadísticos	Modelos La Lupe		Modelos Los Filos	
	Lineal	Semilog.	Lineal	Semilog.
Σ residuos	0.000	23.338	0.001	11.142
Σ residuos ²	10.872	16.771	20.689	34.321
Σ IMA observado	39.554	39.554	75.952	34.321
Coefficiente de determinación	0.7276	0.5481	0.7251	0.5760
Eficiencia del modelo	0.8538	0.7574	0.9302	0.8923

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ Los bosques bajo estudio presentan una alta abundancia de especies con $\text{dap} \geq 10$ cm. Son dominados por las especies esciófitas y no comerciales, resultando *Pentaclethra macroloba* la especie de mayor peso ecológico en ambos sitios.

- ◆ La dinámica que se le imprime al bosque a través de los tratamientos silviculturales o los aprovechamientos, provocan un aumento de la mortalidad natural después de las intervenciones, que luego tiende a disminuir. Otro aspecto de la dinámica que se ve favorecido es el reclutamiento que tiende a aumentar después de las intervenciones.

- ◆ El IMA del conjunto de especies de las parcelas testigo en La Lupe fue 3.65 mm año^{-1} (periodo 1990-91 a 1997), mientras que el de las parcelas tratadas fue de 4.4 mm año^{-1} . En Los Filos fue 3.98 mm año^{-1} (periodo de 1992-1997). A medida que transcurre el tiempo después de aplicado el tratamiento en La Lupe o el aprovechamiento en Los Filos el incremento tiende a disminuir, lo cual es debido al cierre paulatino del dosel y el aumento del área basal (más competencia). Dicho cierre se da en poco tiempo debido a que la reducción del área basal producto de las intervenciones es relativamente baja.

- ◆ Las especies que presentaron el mayor IMA pertenecen al grupo de heliófitas efímeras ($\text{IMA} > 10 \text{ mm año}^{-1}$) en los diferentes grupos de parcelas y en ambos sitios. Sin embargo, es en las parcelas bajo tratamiento donde aparece un mayor número de especies con un $\text{IMA} \geq 5.0 \text{ mm año}^{-1}$.

- ◆ Las especies fueron agrupadas en cuatro velocidades de crecimiento en ambos sitios de estudio. Las cuatro velocidades fueron lento, medianamente

lento, medianamente rápido y rápido crecimiento. En La Lupe más del 40% de las especies son de lento crecimiento, mientras que en Los Filos, poco más del 40% son de crecimiento moderadamente lento.

- ◆ La evaluación preliminar de las interacciones especies - sitios para el IMA consideró cuatro especies de las cuales, tres aumentaron su crecimiento en Los Filos, acusando la posibilidad de mejores condiciones de sitio.
- ◆ El tratamiento silvicultural en La Lupe provoca diferencias en el número de individuos, aunque no son significativas. En cambio, en el área basal las diferencias son significativas dos años después del tratamiento y altamente significativas después de aplicado el complemento del tratamiento.
- ◆ Producto del tratamiento 12 especies aumentaron su velocidad de crecimiento, aunque también hubo nueve que lo disminuyeron, y 49 especies la mantienen. Sin embargo, debido a que la mayoría de las especies tienen pocos individuos debe tenerse cuidado al considerar estos resultados. Por otro lado, se encontró diferencias estadísticas en el incremento en los grupos de crecimiento lento y moderadamente lento, por lo que se puede afirmar que el tratamiento silvicultural les beneficia particularmente.
- ◆ El IMA presentó correlaciones estadísticamente significativas con diferentes variables del árbol y las variables topográficas. En La Lupe la pendiente no tuvo significancia, y en Los Filos, la forma de la pendiente no fue significativa. Sin embargo, a pesar de la significancia de los coeficientes de correlación son menores de 0.4, excepto el cluster o grupo de crecimiento que es 0.58 en La Lupe y 0.44 en Los Filos.

- ◆ En La Lupe el IMA es posible explicarlo en un 39% a partir de la velocidad de crecimiento, la forma e iluminación de la copa, el diámetro inicial, el tratamiento aplicado y la forma de la pendiente. Sin embargo, el modelo ajustado presenta problemas de heterogeneidad de varianzas lo cual es una limitante en la elaboración de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis. Aún así, no pierde su valor predictivo.

- ◆ En Los Filos el IMA puede ser explicado en un 31% a partir del cluster, la forma e iluminación de copa, el diámetro y área basal inicial, la infestación por lianas y la forma de la pendiente. Tal como el modelo de La Lupe, este modelo presenta también problemas de heterocedasticidad.

- ◆ Ambos modelos fueron validados con el coeficiente de determinación propuesto por Alder (1980). Además se evaluó la eficiencia de los modelos de acuerdo a Vanclay, 1994. Se obtuvo una eficiencia del 85 y 93% para La Lupe y Los Filos respectivamente.

- ◆ De acuerdo a las fuentes de variación que no se evalúan en los modelos, el coeficiente de determinación puede considerarse como aceptable a pesar de ser relativamente bajo.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. FAO Montes 22/2. Roma, Italia. FAO. 118p + anexos.
- ALDER, D. 1986. Modelos de crecimiento y rendimiento para el bosque alto tropical. *In* Actas del primer seminario internacional SEMBOTH sobre Manejo de Bosque Tropical Húmedo en la Región de Centro América. ESNACIFOR, Siguatepeque, Honduras. 3-14 de Noviembre de 1986. p.XXXIII:1-18.
- _____ ; SYNNOTT, T. J. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Tropical Forestry Papers, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. No. 25. 124p.
- _____ . 1995. Growth modelling for mixed tropical forests. Tropical Forestry Paper, Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. No. 30. 231p.
- ASHTON, P.S.; HOPKINS, M. J.; WEBB, L.; WILLIAMS, W. T.; PALMER, J. 1980. El bosque natural: biología, regeneración y crecimiento de los árboles. *In* Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de conocimientos. UNESCO/PNUMA/FAO. Madrid. pp. 204-244.
- BUONGIORNO, J; MICHIE, B. R. 1980. A matrix model of uneven-aged forest management. *Forest Sci.* 26 (4): 609-625.
- CALEGARIO N.; LOPEZ DE SOUZA, A.; MARANGON, L.C.; DA SILVA, A. F. 1993. Parámetros florísticos e fitosociológicos da regeneração natural de especies arbóreas nativas no sub-bosque de povoamentos de Eucalyptus. *Revista Arvore.* Visosa 17 (1): 16-29.
- CAMACHO, M. 1996. Modelos de crecimiento y rendimiento forestal. Notas de clase. *Dasometría.* CATIE, Turrialba, Costa Rica. s.p. (mimeog.)
- _____ ; FINEGAN, B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica. El crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Unidad de Bosques Naturales. Serie técnica. Informe técnico no. 295. 54p.
- CAMPOS, J. J. 1989. Environmental effects on the productivity of *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* in Central America. Tesis Doc. Phill. University of Oxford. 156p. (sin apéndices).

- CASTAÑEDA, A; CASTILLO, A; SABOGAL, C; CARRERA, F. 1994. Aprovechamiento mejorado en el bosque tropical húmedo. Estudio de caso en el sitio "Los Filos", Río San Juan, Nicaragua. Proyecto UCA-CATIE-SAREC. Managua, Nicaragua. 41p. + ANEXOS.
- _____; CARRERA, F; FLORES, J. 1995. Extracción con bueyes y aserrío con motosierra de marco: una alternativa para el manejo forestal comunitario. Estudio de caso en el ADI "La Lupe", Río San Juan, Nicaragua. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales (CATIE/USAID); Universidad Centroamericana, Proyecto Trópico Húmedo (UCA/SAREC). Managua, Nicaragua. 15p.
- CASTILLO U., A. 1994. Análisis de la composición y estructura horizontal de un bosque aprovechado selectivamente en la zona de Río San Juan, Nicaragua. Tesis Lic. UCA. Managua, Nic. 63p. + Anexos.
- CLARK, D.; CLARK, D. 1994. Climate-induced annual variation in canopy tree growth in a Costa Rican tropical rain forest. *Journal of Ecology* 82(4): 865-872.
- DANCE CABALLERO, J; MALLEUX ORJEDA, J. 1975. Estudio de una metodología para la determinación de edades en bosques naturales. *Revista forestal del Perú*. 1975-1976. 6(1-2):33-40.
- DAWKINS, H. 1961. New methods of improving stand composition in tropical forest. *Caribbean Forester* 22 (1-2): 12-20.
- DRAPPER, N.; SMITH, H. 1981. Applied regression analysis. Second edition. New York, EEUU. John Wiley & Sons. 709p.
- FINEGAN, B. 1996. Notas de clases. Curso Bases Ecológicas para el Manejo Forestal Sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (mimeogr.)
- _____; SABOGAL, C. 1988a. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso Costa Rica. *El Chasqui*. 17 : 3-24.
- _____; SABOGAL, C. 1988b. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso Costa Rica. *El Chasqui*. 18 : 16-24.
- GUJARATI, D. N. 1995. Econometría. Segunda edición. Trad. Víctor Mayorga. Mc Graw Hill. México. 597 p.

- GUTIERREZ ESPELETA, E.E.; MIZE, C.W. 1993. A quantitative model for relatively ejectives and tropical forest sites: a signicological study. *Rev. Biologia Tropical*. 41(1): 7-21.
- HUGHELL, D.A. 1991. Lineamientos para el desarrollo de modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de árboles de uso múltiple. Informe Interno Silvicultura. MADELEÑA/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 131p.
- HUTCHINSON, I. 1987. Aspectos relevantes sobre inventarios forestales. Notas de clase del I Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- IRENA/ECOT-PAF. 1992. Plan de Acción Forestal. Documento Base. IRENA, Managua, Nicaragua. 90p.
- JOHN, H.; TSCHINKEL, H. 1971. Parcelas forestales permanentes: su establecimiento, medición y análisis. Universidad Nacional de Colombia. 190p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Antonio Carrillo. Eschborn, Alemania. GTZ. 335 p.
- LIEBERMAN, M.; LIEBERMAN, D.; HARTSHORN, G. S.; PERALTA, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology*. v 73. pp. 505-516.
- _____; LIEBERMAN, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1962-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3:347-358.
- MADDALA, G. S. 1985. *Econometría*. McGraw Hill. México. 546p.
- MARIAUX, A. 1981. Past efforts in measuring age and annual growth in tropical trees. IN Bormann, F. h.; Berlyn, G. , eds. Age and growth rate of tropical trees: new directions for research. New Haven, Yale University. p. 20-30.
- MEJIA, A. 1994. Análisis del efecto inicial de un tratamiento de liberación sobre la regeneración establecida en un bosque húmedo tropical aprovechado en Río San Juan, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R. CATIE, 68p. + Anexos.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG), CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES. 1978. Reconocimiento edafológico de la región del sudeste de Nicaragua. Managua, Nicaragua

- PERALTA, R.; HARTSHORN, G.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre la composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 35 (Supl. 1): 23-39.
- QUIROS, D; FINEGAN, B. 1992. El manejo sostenible de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. *In* II Congreso Forestal Nacional: la actividad forestal al servicio de un país en desarrollo, 25, 26 y 27 de Noviembre de 1992. San José, Costa Rica. pp. 172-173
- _____ ; MENDEZ, J. 1995. Tratamientos silviculturales post-cosecha mejorada en bosques húmedos tropicales en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *In* III taller nacional de investigación forestal y agroforestal. Cañas, Guanacaste, Costa Rica. 14-16 Noviembre, 1995. pp. 83-90.
- REED, K. L. 1980. An ecological approach to modeling growth of forest trees. *Forest Science* 26(1):33-50.
- SABOGAL, C., MEJIA, A., CARRERA, F., CASTILLO, A. 1992. Bases de información para el manejo: Existencias maderables y regeneración natural en el bosque húmedo de la zona del Río San Juan, Nicaragua. Un primer análisis. Documento técnico, Proyecto Trópico Húmedo (UCA/CATIE/SAREC). Turrialba, Costa Rica, 1992. 56p.
- SALCEDO, G. 1986. Estudio ecológico y estructural del bosque "Los Espaveles", Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE.
- SANCHEZ SANCHEZ, 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 Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 95p + Anexos.
- SCHMIDT, R. 1987. Ordenación de los bosques higrofiticos tropicales. *Unasyuva* 156, vol.39: 2-17.
- SHEIL, D. 1995. A critique of permanent plot methods and analysis with examples from Budongo Forest, Uganda. *Forest Ecology and Management*. 77: 11-34.
- SILVA, J. N. M.; de CARVALHO, J. O. P.; LOPEZ, J. do C. A.; de ALMEIDA, B. F.; COSTA, D. H. M.; de OLIVEIRA, L. C.; VANCLAY, J. K.; SKOVSGAARD, J. P. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in

- the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management*. 71:267-274.
- SITOE, A. A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 119p.
- SWAINE, M. D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F. E. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3: 359-366.
- SYNNOTT, T. J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. *Tropical Forestry Papers, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford*. No. 14. 67p.
- THREN, M. 1993. *Dasometria. Apuntes de clase. Proyecto UNSE/GTZ. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Serie técnica forestal. Vol.1. 180p.*
- VANCLAY, J. K. 1989. A growth model for north Queensland rainforests. *For. Ecol. and Manag.* 27: 245-271.
- _____. 1994a. Modelling forest growth and yield. Applications to mixed tropical forests. CAB International. Wallingford. (U. K.). 312p.
- _____. 1994b. Sustainable timber harvesting: simulation studies in the tropical rainforests of north Queensland. *Forest Ecology and Management*. 69: 299-320.
- _____. 1995. Growth models for tropical forests: A synthesis of models and methods. *Forest Science* 41 (1): 7-42.
- WAN RAZALI, M. 1988. Modelling the tree growth in mixed tropical forests I. Use of diameter and basal area increments. *Journal of Tropical Forest Science* 1 (2): 114-121.
- ZECH, W. 1994. Metodología práctica para la identificación de sitios para reforestación en la zona norte de Costa Rica, en especial con melina y laurel. COSEFORMA, Documento N° 39. San José, Costa Rica. 53 p.
- ZEIDE, B. 1993. Analysis of growth equations. *Forest Science* 39 (3): 594-616.

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1.

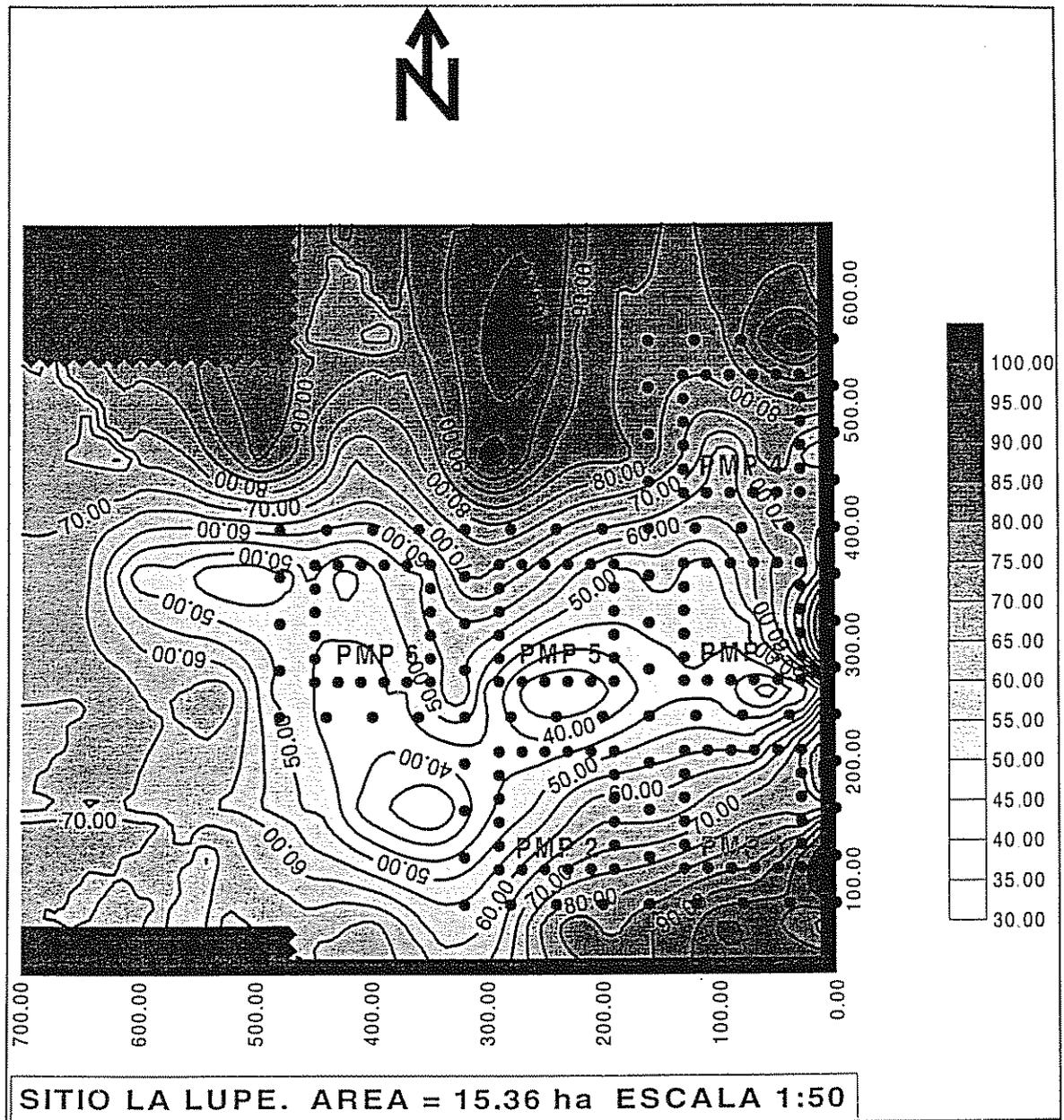


Figura 1. Ubicación de las parcelas de medición permanente. La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

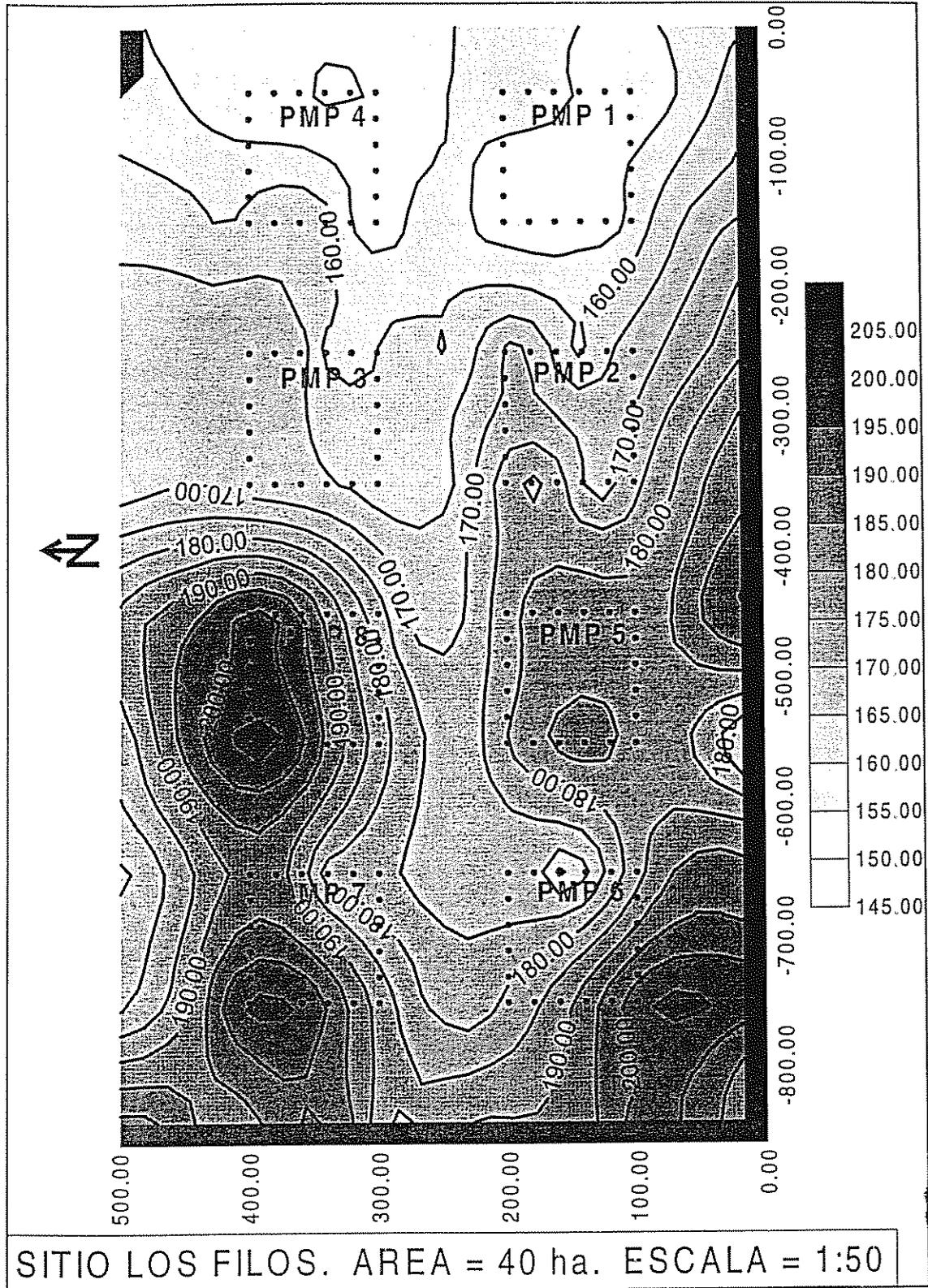


Figura 2. Ubicación de las parcelas de medición permanentes. Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

8.2. Anexo 2

2a) Formulario N° 1. Formulario de campo del Proyecto CATIE-RENARM / Producción en Bosques Naturales, 1992.

2b) Clase de identidad del árbol (Clasificación desarrollada por I. Hutchinson, incluida en el Formulario N° 1)

Clase de identidad	Fuste		Tocón		No encontrado
	completo	quebrado	completo	quebrado	
ARBOLES (10 + cm dapcc)					
Arbol vivo en pie	111	112	113	114	119
Arbol vivo inclinado < 30 °	121	122			129
Arbol vivo inclinado > 30 °	131	132			139
Fuste curvado (media luna)	141	142			149
Arbol vivo caído	151	152	153		159
Arbol muerto en pie	161	162	163	164	169
Arbol muerto caído	171	172	173		179
REBROTOS (10 + cm dapcc)					
Rebrote vivo en pie	211	212	213	214	219
Rebrote vivo inclinado < 30 °	221	222			229
Rebrote vivo inclinado > 30 °	231	232			239
Rebrote vivo caído	241	242	243		249
Rebrote muerto en pie	251	252	253	254	259
Rebrote muerto caído	261	262	263		269
FUSTE: altura total > 4 metros TOCON: altura total < 4 metros					
PALMAS (alt. hasta el punto final del fuste leñoso)					
2 + m altura total vivo en pie	511	512	513	514	519
2 + m altura total vivo caído	521	522	523	-----	529
2 + m altura total muerto	531	532	533	534	539
0.30 - 1.99 m vivo en pie	551	552	553	554	-----
0.31 - 1.99 m vivo caído	561	562	563	-----	-----

2c) Clasificación del árbol según la mejor troza en el fuste (Hutchinson 1987).

1. *Actualmente maderable.* La mejor troza en el fuste es de un tamaño adecuado para la comercialización inmediata. Es sana, recta, por lo menos de cuatro metros de largo, y con un diámetro en la punta no menor de 40 cm. Puede contener nudos comercialmente aceptables, pero ninguno con un diámetro igual o mayor a un tercio del diámetro del fuste en el punto de unión con la rama.
2. *Potencialmente maderable.* La mayor troza en el fuste no es de un tamaño adecuado para la comercialización. No obstante el fuste contiene una sección sana y recta de por lo menos cuatro metros de largo, la cual tendría mercado en el futuro. Es decir, las trozas de la clase dos son de buena calidad, pero todavía pequeñas.
3. *Deformada.* La mejor troza en el fuste no contiene cuatro metros de largo de forma recta. Fuste deformados incluyen aquellos que son cortos, torcidos, con raíces tablares, demasiado ramificados, o con nudos grandes.
4. *Dañado.* El daño físico en el fuste no deja ninguna posibilidad para la conversión industrial de alguna troza. Los fustes de esta clase son más comunes en los bosques recién aprovechados.
5. *Podrida.* A causa de la pudrición, el fuste no tiene una porción sana y recta.

2d) Clasificación de la iluminación de la copa (Adaptado de Dawkins 1958; descrito en Hutchinson 1987).

1. *Emergente.* Cuando la copa recibe plena iluminación vertical y lateral.
2. *Plena iluminación vertical.* Cuando la copa recibe plena iluminación vertical.
3. *Alguna iluminación vertical.* Cuando la copa recibe parcialmente la iluminación vertical.
4. *Iluminación lateral.* Cuando la copa sólo recibe iluminación lateral.
5. *Ninguna iluminación directa.* Cuando la copa está totalmente cubierta.

2e) Clasificación de la forma de la copa. (Adaptado de Dawkins 1958 y Synnott 1979; descrito en Hutchinson 1987).

1. *Círculo completo*. Copa del árbol es circular y simétrica.
2. *Círculo irregular*. Copa del árbol es casi la ideal (silviculturalmente satisfactoria), pero muestra algún tipo de asimetría o muerte de algunas ramas.
3. *Medio círculo*. Copa cuya forma está justo en límite silvicultural satisfactorio, asimétrica o delgada, pero capaz de mejorar si se le da más espacio para desarrollarse.
4. *Menos de medio círculo*. Copa silviculturalmente no satisfactoria, con fuerte asimetría, pocas ramas y muerte regresiva; probablemente sobreviva.
5. *Solamente pocas ramas*. Copa degenerada, definitivamente y fuertemente dañada; probablemente no es capaz de crecer.

2f) Clasificación del grado de infestación por lianas (Adaptado de Hutchinson 1987).

1. Lianas ausentes o sólo unas pocas y delgadas sobre el fuste.
2. Lianas presentes en el fuste del árbol únicamente; delgadas o de tamaño intermedio, sueltas (no aprietan el fuste causándole daño).
3. Lianas presentes en la copa del árbol, pero aparentemente no afectan su crecimiento.
4. Lianas presentes en la copa y fuste del árbol afectando visiblemente su crecimiento.

8.3. Anexo 3.

3a) Listado de especies encontradas en La Lupe, clasificadas por nombre común, especie, grupo ecológico, grupo comercial y abundancia.

OBS	NOMVERNA	GENBO	GRUECO	GC	ABU
1	Acetuno	Simaruba amara	2	1	2
2	Aguacate de monte1	Nectandra sp.	5	3	1
3	Aguacate de monte3	Ocotea sp.	3	3	2
4	Aguacate de monte4	Phoebe sp.	5	3	1
5	Aguacate de monte5	No identificado	5	3	7
6	Alcanfor1	Protium sp.	3	3	7
7	Algodon1	Croton killipianus	1	3	111
8	almendro	Dipteryx panamensis	3	2	27
9	Anona	Rollinia microcephala	2	3	2
10	Arenol	Laetia procera	2	1	3
11	Areno2	Aspidosperma cruentum	2	1	3
12	Areno4	Cestrum sp.	2	3	1
13	Azufrei1	Garcinia edulis	4	3	4
14	Azufrei2	Garcinia acuminata	4	3	7
15	Azufrei3	Garcinia sp.	4	3	1
16	Azufrei4	Reedia acuminata	4	3	1
17	Balsa1	Ochroma pyramidale	1	3	59
18	Barazon2	Eugenia sp.	4	3	3
19	Barazon3	Lacunaria panamensis	5	3	1
20	Barazon4	No identificado	5	3	1
21	Bimbayán	Vitex cooperi	2	2	2
22	Cacahuillo	Trichilia montana	4	3	28
23	Cachito	Stemmadenia donnell-smithii	4	3	3
24	Caimito4	No identificado	5	3	1
25	Camarón	Heisteria sp.	4	3	1
26	Canelol	Ocotea sp.	3	3	1
27	Canelo3	No identificado	5	3	1
28	Caobillo1	Tapirira guianensis	3	3	5
29	Caobillo3	No identificado	3	3	3
30	Capirotel	Hippotis albiflora	5	3	28
31	Capirote4	No identificado	5	3	1
32	capulín	Trichospermum grewifolium	1	3	172
33	capulín blanco1	Goethalsia meiantha	2	3	5
34	capulín blanco2	Trema micrantha	1	3	2
35	Carolillo	No identificado	5	3	10
36	cebol	Virola sebifera	3	1	17
37	cebo2	Virola koschnyii	3	1	22
38	cebo4	Virola sp.	3	1	13
39	cedro macho	Carapa guianensis	3	1	84
40	cedro real	Cedrela odorata	2	1	2
41	Ceibo espino	Ceiba pentandra	2	1	1
42	Chilillo	Turpinia occidentalis	5	3	4
43	Cola de paval	Guarea sp.	4	3	1
44	Cola de pava3	No identificado	5	3	3
45	Concha de cangrejo1	Miconia scorpionoides	5	3	4
46	Concha de cangrejo2	Dichapetalum donnell-smithii	4	3	1
47	Concha de cangrejo5	No identificado	5	3	7
48	Conchillo	Virola multiflora	3	1	9
49	Copalchil	Croton schiedeanus	3	3	22
50	Coralillo1	Hymenolobium sp.	3	1	1
51	Coralillo2	Ilex skutchii	5	3	1
52	Coralillo4	No identificado	5	3	3
53	Cortez1	Tabebuia crysantha	3	2	1
54	Cortez3	Roseodendrom donnell-smithii	5	2	3
55	Costilla de danto1	Lonchocarpus sp.	5	3	9
56	Costilla de danto5	No identificado	5	3	3
57	Coyote	Lonchocarpus sp.	2	1	2
58	Cuero de sahino	Celtis schipii	3	3	1
59	Culebro	Trichilia quadrijuga	4	3	74
60	Desconocido	No identificado	5	3	49

OBS	NOMVERNA	GENBO	GRUECO	GC	ABU
-----	----------	-------	--------	----	-----

61	Desconocido1	Alchornia costaricensis	2	3	1
62	Desconocido10	Pousandra trionae	5	3	22
63	Desconocido11	Psychotria sp.	4	3	1
64	Desconocido12	Tounidium decandrum	5	3	1
65	Desconocido2	Calycophyllum sp.	2	3	1
66	Desconocido3	Conostegia sp.	5	3	1
67	Desconocido4	Couratara hexandra	5	3	3
68	Desconocido5	Guatteria recurvisepala	3	3	1
69	Desconocido6	Heisteria coccinea	4	3	1
70	Desconocido8	Licania sp.	4	3	1
71	Desconocido9	Ocotea sp.	3	3	1
72	Espino blanco	Adelia triloba	5	3	5
73	Fosforo1	Protium panamensis	3	3	2
74	Fosforo2	Protium schippii	3	3	1
75	Fosforo3	Protium sp.	5	3	11
76	Frijolillo	Lonchocarpus sp.	5	3	2
77	Fruta dorada1	Otova novogranatensis	2	1	43
78	Fruta dorada2	No identificado	2	1	7
79	gavilán	Pentaclethra macroloba	3	2	359
80	Guabiluno3	Hirtellea sp.	4	3	49
81	Guaboi	Inga edulis	2	3	2
82	Guabo3	Inga sp.	2	3	73
83	Guarumo1	Cecropia insignis	1	3	100
84	Guarumo2	Cecropia obtusifolia	1	3	202
85	Guarumo3	Cecropia sp.	1	3	114
86	Guayabo de charco1	Terminalia bucidoides	2	1	5
87	Guayabo de charco2	Terminalia sp.	3	2	36
88	Helequeme	Erythryna lanceolata	2	3	2
89	Higo	Ficus sp.	3	3	6
90	Hombre grande	Quassia amara	4	3	2
91	Huesillo	Lunania parviflora	5	3	97
92	Hule	Castilla elastica	2	3	29
93	Iguaitil	Genipa americana	5	3	2
94	Jazmin1	Psychotria sp.	4	3	8
95	Jazmin2	Posoqueria latifolia	5	3	4
96	Jicarillo	No identificado	5	3	1
97	Jobo	Spondias mombin	2	3	5
98	Kamibar	Copaifera aromatica	3	1	6
99	Kerosin1	Tetragastris panamensis	3	1	62
100	Lagarto3	Zanthoxylum sp.	2	1	3
101	Laurel patastel	Cordia dwyeri	5	3	9
102	Laurel pataste2	Cordia sp.	5	1	4
103	Lavaplatos	Solanum sp.	1	3	22
104	Leche de vaca	Lacmellea panamensis	2	3	20
105	Madroño negro2	No identificado	5	3	1
106	Majagual	Hampea appendiculata	1	3	9
107	Majagua2	Heliocarpus appendiculatus	1	3	5
108	Majagua3	No identificado	1	3	5
109	Manga larga2	Xylopia frutescens	2	3	3
110	Manga larga3	No identificado	2	3	1
111	Manul	Minuartia guianensis	4	2	8
112	Maquenguel	Iriarteia gigantea	3	3	21
113	Matasano	Dussia macrophylla	2	3	8
114	Muñeco2	Cordia sp.	5	3	12
115	Nancitón	No identificado	5	3	1
116	Naranja1	Cleidon castanaefolium	4	3	27
117	Naranja2	Ticorea unifoliolata	5	3	4
118	Naranja3	No identificado	5	3	2
119	Níspero	Manilkara zapota	4	2	1
120	Níspero macho1	Chrysophyllum sp.	3	2	25
121	Níspero macho2	Pouteria sp.	3	2	1
122	Ojoche	No identificado	3	3	3
123	Ojoche1	Brosimum alicastrum	3	3	16
124	Ojoche10	Trophis racemosa	5	3	1
125	Ojoche2	Brosimum guianensis	3	3	7
126	Ojoche3	Brosimum lactescens	3	3	16
127	Ojoche4	Brosimum sp.	3	3	17
128	Ojoche5	Clarisia biflora	3	3	2
129	Ojoche6	Pseudolmedia oxyphyllaria	3	3	9

OBS NOMVERNA GENBO GRUECO GC ABU

130	Ojoche7	Pseudolmedia spurea	3	3	3
131	Ojoche8	Pseudolmedia sp.	3	3	2
132	Ojoche9	Sorocea pubivena	3	3	1
133	Ortiga	Urera baccifera	1	3	1
134	Palanco5	No identificado	5	3	1
135	Palma hilera	Welfia georgii	5	3	265
136	Palo de agua1	Vochysia hondurensis	2	1	6
137	Palo de azúcar	No identificado	5	1	2
138	Palo de rosar	Guarea aligera	5	3	24
139	Palo de rosa2	Guarea sp.	4	3	4
140	Palo de tigre	Cyathea sp.	3	3	1
141	Pan blanco	Dendropanax arboreus	3	3	43
142	Panamá	Sterculia recordiana	2	1	11
143	Panchil	No identificado	5	3	2
144	Pansubá	Lecythis ampla	3	1	3
145	Papayo	Jacaratia costaricensis	2	3	30
146	Pasica	Pourouma aspera	3	3	26
147	Pataste	Quararibea bracteolosa	3	3	8
148	Pavon1	Cupania cinerea	5	1	1
149	Pavon3	Guarea sp.	4	1	8
150	Peine de mico	Apeiba membranaceae	2	3	28
151	Pichipán	Colubrina ovalifolia	4	3	36
152	Piojillo1	Casearia sylvestris	2	3	7
153	Piojillo3	Casearia sp.	2	3	5
154	Piojillo4	Byrsonima crispa	2	3	1
155	Piojillo5	No identificado	5	3	2
156	Platanol	Chimarrhis parviflora	4	3	6
157	Platano3	Chimarrhis sp.	4	3	79
158	Plomo	Psychotria sp.	4	3	4
159	Pronto alivio1	Guarea bullata	3	1	11
160	Pronto alivio2	Guarea sp.	4	1	9
161	Quinal	Hernandia sp.	5	3	2
162	Quina2	Nectandra sp.	5	3	1
163	Quina3	Ocotea sp.	3	3	8
164	Quinol1	Hernandia didymantha	2	3	9
165	Quitapercho	No identificado	5	3	1
166	Rosita	Sacoglottis trichogyna	4	1	11
167	Sangregrado1	Pterocarpus hayesii	2	1	50
168	Sapotillo1	Pouteria subrotata	3	3	1
169	Sapotillo2	Pouteria sp.	3	2	59
170	Sapotillo3	Chrysophyllum sp.	3	3	2
171	Sapotillo5	No identificado	3	3	11
172	Sardinillo1	Allophylus psilospermus	4	3	10
173	Sietenudos2	Rinorea sp.	5	3	3
174	Sulfato	Naucleopsis naga	3	3	5
175	Tabacón	Cespedezia macrophylla	3	3	93
176	Talcacao	Theobroma sp.	4	3	10
177	Tamarindo	Dialium guianensis	3	2	47
178	Tatacasmel	Hedyosmum scaberrimum	4	3	19
179	Tatacasmel2	Sauraria yasine	5	3	3
180	Tempisque1	Mastichodendron capiri	4	2	3
181	Tempisque2	Sideroxylum capiri	3	2	4
182	Terciopelo	Gymnanthes riparia	5	3	84
183	Tirisia	No identificado	5	3	1
184	Uva1	Ardisia sp.	4	3	17
185	Uva2	Psychotria sp.	4	3	2
186	Uva3	No identificado	5	3	4
187	Vainillo	Stryphnodendron excelsum	2	3	2
188	Yayo1	Ampelocera hottlei	2	3	2
189	Yayo2	No identificado	5	3	1
190	Yema de huevo	No identificado	5	3	1
191	Zopilote	Lonchocarpus sp.	2	2	15

3b) Listado de especies encontradas en Los Filos, clasificadas por nombre común, especie, grupo ecológico, grupo comercial y abundancia.

OBS	NOMVERNA	GENBO	GRUECO	GC	ABU
1	Acetuno	Simaruba amara	2	1	2
2	Aguacate de montel	Nectandra sp.	5	3	3
3	Aguacate de monte2	Ocotea nicaraguensis	3	3	1
4	Aguacate de monte3	Ocotea sp.	3	3	27
5	Aguacate de monte5	No identificado	5	3	6
6	Alcanfor1	Protium sp.	3	3	62
7	Alcanfor2	Protium pittieri	5	3	1
8	Algodon2	Croton killipianus	1	3	15
9	Algodon3	Croton sp.	1	3	13
10	Almendro	Dipterix panamensis	3	2	28
11	Anona	Rollinia microcephala	2	3	4
12	Areno1	Laetia procera	2	2	2
13	Areno3	Aspidosperma megalocarpon	2	2	1
14	Areno5	No identificado	5	2	1
15	Azufrel	Garcinia edulis	4	3	50
16	Azufre3	Garcinia sp.	4	3	10
17	Balsa2	Ochroma lagopus	1	3	75
18	Barazon1	Eugenia glabra	4	3	1
19	Barazon2	Eugenia sp.	4	3	4
20	Barazon4	No identificado	5	3	1
21	Bimbayan	Vitex cooperi	2	2	3
22	Botarrama	Vochysia ferruginea	2	2	3
23	Cacahuillo	Trichilia montana	4	3	69
24	Cachito	Stemmadenia donnell-smithii	4	3	23
25	Cafecillo	Faramea occidentalis	5	3	2
26	Caimito1	Marila sp.	5	3	1
27	Caimito2	Miconia argentea	5	3	3
28	Camaron2	No identificado	5	3	1
29	Canelo2	Licania sp.	4	3	1
30	Canelo3	No identificado	5	3	6
31	Caobillo1	Tapirira guianensis	3	3	3
32	Caobillo2	Tapirira myriantha	3	3	1
33	Caobillo3	No identificado	5	3	3
34	Capirote1	Hippotis albiflora	5	3	22
35	Capirote2	Miconia scorpionoides	5	3	3
36	Capirote3	Miconia sp.	5	3	13
37	Capirote4	No identificado	5	3	4
38	Capulin	Trichospermum grewifolium	1	3	15
39	Carolillo	No identificado	5	3	5
40	Cebo1	Virola sebifera	3	1	34
41	Cebo2	Virola koschnyi	3	1	27
42	Cebo3	Virola multiflora	3	1	4
43	Cebo4	Virola sp.	3	1	41
44	Cedro macho	Carapa guianensis	3	1	109
45	Cedro real	Cedrela odorata	2	1	3
46	Ceibo espino	Ceiba pentandra	2	1	6
47	Chicharron	Cupania pubescens	5	3	1
48	Chico ruiz1	Maquira costaricensis	5	3	1
49	Chico ruiz2	Pouteria sp.	3	3	5
50	Chilamate	Ficus sp.	3	3	4
51	Chilillo	Turpinia occidentalis	5	3	14
52	Chocoyito	No identificado	5	3	1
53	Cola de pava1	Guarea sp.	4	3	13
54	Cola de pava2	Cupania sp.	5	3	5
55	Cola de pava3	No identificado	5	3	5
56	Concha de cangrejo3	Hasseltia floribunda	5	3	10
57	Concha de cangrejo4	Alchornia sp.	5	3	2
58	Concha de cangrejo5	No identificado	5	3	5
59	Concha de huevo	No identificado	5	3	2
60	Copalchil	Croton schiedeana	3	3	44
61	Coralillo3	Lonchocarpus sp.	5	3	1
62	Cortez2	Tabebuia sp.	3	2	4

OBS NOMVERNA GENBO GRUECO GC ABU

63	Costilla de danto1	Lonchocarpus sp.	5	3	14
64	Costilla de danto2	Leiconteia amazonica	5	3	2
65	Costilla de danto3	Maranthes panamensis	5	3	1
66	Costilla de danto4	Swartzia sp.	5	3	1
67	Costilla de danto5	No identificado	5	3	3
68	Coyote	Lonchocarpus sp.	5	1	4
69	Cuero de sahino1	Celtis schipii	3	3	17
70	Cuero de sahino2	Lonchocarpus sp.	5	3	1
71	Cuero de sahino3	No identificado	5	3	6
72	Culebro	Trichilia quadrijugata	4	3	320
73	Desconocido	No identificado	5	3	44
74	Desconocido11	Psychotria sp.	5	3	1
75	Desconocido14	Cassia fruticosa	5	3	1
76	Desconocido15	Grias fendleri	5	3	2
77	Desconocido16	Neea sp.	5	3	2
78	Desconocido8	Licania sp.	5	3	1
79	Desconocido9	Ocotea sp.	5	3	1
80	Espino blanco	Adelia triloba	5	3	15
81	Fosforo1	Protium panamensis	5	3	3
82	Fosforo3	Protium sp.	5	3	49
83	Fosforo4	Tetragastris tomentosa	5	3	1
84	Fosforo5	Tetragastris sp.	5	3	6
85	Fosforo6	Aucoumea klaineana	5	3	1
86	Fruta dorada	Otoba novogranatensis	2	1	35
87	Gavilan	Pentaclethra macroloba	3	2	447
88	Guabillo colorado	Pithecelobium sp.	5	3	1
89	Guabiluno1	Hirtellea americana	4	3	38
90	Guabiluno2	Hirtellea triandra	4	3	9
91	Guabiluno3	Hirtellea sp.	4	3	38
92	Guabo2	Inga coruscans	4	3	16
93	Guabo3	Inga sp.	2	3	175
94	Guacimo colorado2	Luehea seemannii	3	3	7
95	Guarumo1	Cecropia insignis	1	3	52
96	Guarumo2	Cecropia obtusifolia	1	3	40
97	Guarumo3	Cecropia sp.	1	3	200
98	Guayabo de charco2	Terminalia sp.	3	1	19
99	Guayabo negro	Terminalia sp.	3	2	1
100	Guayabon	Terminalia amazonia	3	1	4
101	Higo	Ficus sp.	3	3	4
102	Hoja tostada	No identificado	5	3	1
103	Huesillo	Lunania parviflora	5	3	67
104	Huevo de cangrejo1	Lacunaria panamensis	5	3	7
105	Huevo de cangrejo2	No identificado	5	3	2
106	Hule	Castilla elastica	2	3	35
107	Jazmin1	Psychotria sp.	4	3	1
108	Jazmin2	Posoqueria latifolia	5	3	10
109	Jazmin4	No identificado	5	3	6
110	Jobo	Spondias mombin	2	3	22
111	Kamibar	Copaifera aromatica	3	1	3
112	Kerosin1	Tetragastris panamensis	3	1	41
113	Kerosin2	Tetragastris sp.	3	1	6
114	Lagarto2	Zanthoxylum elephantiasis	2	1	1
115	Lagarto3	Zanthoxylum sp.	2	1	7
116	Lagarto4	No identificado	5	3	2
117	Laurel patastel	Cordia dwyeri	5	3	10
118	Laurel pataste2	Cordia sp.	5	1	6
119	Laurel pataste3	No identificado	5	1	4
120	Laurel pataste4	Aleurites moluccana	5	3	1
121	Lavaplato	Solanum sp.	1	3	21
122	Leche de vaca	Lacmellea panamensis	2	3	12
123	Lengua de mujer	No identificado	5	3	1
124	Madroño negro1	Randia sp.	5	3	1

OBS NOMVERNA GENBO GRUECO GC ABU

125	Majagua3	No identificado	5	3	26
126	Mangle1	Guettarda sp.	5	3	17
127	Mangle2	Psychotria pubescens	5	3	1
128	Mangle3	Psychotria sp.	5	3	4
129	Mangle4	No identificado	5	3	1
130	Manul	Minquartia guianensis	4	2	29
131	Manu2	No identificado	5	3	20
132	Manzano	Pithecelobium sp.	5	3	1
133	Maquengue1	Iriartea gigantea	3	3	18
134	Maquengue2	Socratea durissima	5	3	11
135	Maquengue3	No identificado	5	3	4
136	Matapalo	Ficus sp.	3	3	2
137	Matasano	Dussia macrophylla	3	3	13
138	Muñeco1	Cordia bicolor	2	2	2
139	Muñeco2	Cordia sp.	5	3	14
140	Nanciton	No identificado	5	1	1
141	Nispero macho1	Chrysophyllum sp.	3	2	1
142	Nispero macho2	Pouteria sp.	3	2	63
143	Nispero macho3	No identificado	5	3	5
144	Ojoche	No identificado	5	3	6
145	Ojoche1	Brosimum alicastrum	3	3	24
146	Ojoche10	Trophis racemosa	5	3	2
147	Ojoche2	Brosimum guianensis	3	3	17
148	Ojoche4	Brosimum sp.	3	3	83
149	Ojoche5	Clarisia biflora	3	3	17
150	Ojoche6	Pseudolmedia oxyphyllaria	3	3	25
151	Ojoche7	Pseudolmedia spurea	3	3	2
152	Palanco1	Annona sp.	5	3	7
153	Palanco2	Licania sp.	4	3	6
154	Palanco3	Licaria sarapiquensis	5	3	1
155	Palanco4	Licaria sp.	5	3	1
156	Palanco5	No identificado	5	3	30
157	Palo de agua1	Vochysia hondurensis	2	1	2
158	Palo de agua2	Vochysia guatemalensis	2	1	6
159	Palo de azucar	No identificado	5	1	4
160	Palo de leche	Sapium sp.	5	3	3
161	Palo de rosal	Guarea aligera	5	3	15
162	Palo de rosa2	Guarea sp.	4	3	9
163	Pan blanco	Dendropanax arboreus	3	3	71
164	Panama	Sterculia recordiana	2	1	11
165	Papaturro	No identificado	5	3	1
166	Papayo	Jacaratia costaricensis	2	3	15
167	Pasica	Pourouma aspera	3	3	52
168	Pastor canecho	Warszewiczia coccinea	5	3	16
169	Pata de venado	No identificado	5	3	2
170	Pataste	Quararibea bracteolosa	3	3	16
171	Pavon2	Cupania sp.	2	1	2
172	Pavon3	Guarea sp.	4	1	10
173	Pavon4	Tachigalia versicolor	5	3	1
174	Pavon5	No identificado	5	3	10
175	Pectoral	Randia sp.	5	3	7
176	Peine de mico	Apeiba membranaceae	2	3	49
177	Pichipan	Colubrina ovalifolia	4	3	153
178	Pijibay	Bactris sp.	5	3	2
179	Piojillo2	Casearia arborea	3	3	5
180	Piojillo3	Casearia sp.	3	3	41
181	Platano1	Chimarrhis parviflora	4	3	99
182	Platano2	Chimarrhis latifolia	4	3	21
183	Platano3	Chimarrhis sp.	4	3	36
184	Pronto alivio1	Guarea bullata	3	1	19
185	Pronto alivio2	Guarea sp.	4	1	41
186	Quina2	Nectandra sp.	5	3	2
187	Quina3	Ocotea sp.	3	3	5
188	Quina4	No identificado	5	3	6
189	Quinon1	Hernandia didymantha	2	3	7
190	Quinon2	Hernandia sp.	5	3	4
191	Quitapercho	No identificado	5	3	1
192	Rosita	Sacoglottis trichogyna	4	1	31
193	Sangregrado1	Pterocarpus hayesii	2	1	38
194	Sangregrado2	Pterocarpus sp.	2	1	8
195	Sapote	Pouteria sp.	3	3	3
196	Sapotillo2	Pouteria sp.	3	3	53
197	Sapotillo4	Xyderoxylum sp.	5	3	1
OBS	NOMVERNA	GENBO	GRUECO	GC	ABU
198	Sardinillo1	Allophyllus psilospermus	4	3	3

199	Sardinillo2	Pithecelobium sp.	5	3	3
200	Sardinillo3	No identificado	5	3	6
201	Sietenudos1	Rinorea pubipes	5	3	4
202	Sonzapote	Pouteria sp.	3	3	1
203	Sulfato	Naucleopsis naga	3	3	8
204	Talcacao	Theobroma sp.	4	3	10
205	Tamarindo	Dialium guianensis	3	2	50
206	Tatacasmel	Hedyosmum scaberrimum	4	3	1
207	Tempisque2	Xyderoxylum capiri	3	2	1
208	Tempisque3	Xyderoxylum tempisque	3	2	1
209	Tempisque4	Xyderoxylum sp.	3	2	19
210	Tempisque5	Chrysophylum sp.	3	2	1
211	Terciopelo	Gymnanthes riparia	5	3	20
212	Tirisia	No identificado	5	3	1
213	Trompillo	No identificado	5	3	1
214	Uval	Ardisia sp.	4	3	6
215	Uva2	Psychotria sp.	4	3	2
216	Vainillo	Stryphnodendron excelsum	2	3	4
217	Varilla negra	No identificado	5	3	1
218	Yayol	Ampelocera hottlei	2	3	6
219	Zopilote	Lonchocarpus sp.	2	2	64

8.4. Anexo 4

4a) Distribución del incremento diamétrico por tratamiento, parcelas testigo, La Lupe (N ≥ 3)

OBS	TR	NOMVERNA	ABUNDAN	MEDIA	COEFVAR	MAXIMO	CUARTIL3	MEDIANA	CUARTIL1	MINIMO
1	Test	Algodoni	3	0.96800	58.709	1.619	1.6190	0.7140	0.5710	0.571
2	Test	almendro	11	0.58882	95.171	2.079	0.7780	0.4920	0.1900	0.032
3	Test	Azufrel	3	0.27000	41.111	0.381	0.3810	0.2700	0.1590	0.159
4	Test	Azufre2	3	0.25400	81.696	0.397	0.3970	0.3490	0.0160	0.016
5	Test	Balsai	19	1.20216	66.347	2.825	1.6510	0.9520	0.4130	0.063
6	Test	Cacahuillo	9	0.13578	72.004	0.349	0.1430	0.1270	0.0790	0.032
7	Test	Capiroitel	21	0.09671	102.797	0.349	0.1750	0.0630	0.0320	-0.016
8	Test	capulin	26	1.73815	44.422	3.413	2.3810	1.5715	1.2380	0.286
9	Test	cebol	7	0.55800	63.550	1.032	0.8100	0.6670	0.1430	0.048
10	Test	cebo2	10	0.77630	62.300	1.968	0.8890	0.6670	0.4290	0.270
11	Test	cedro macho	38	0.28987	72.435	0.841	0.4290	0.2380	0.1270	0.016
12	Test	Concha de cangrejo5	5	0.15860	86.823	0.317	0.2220	0.2220	0.0480	-0.016
13	Test	Copalchil	7	0.36514	81.637	0.794	0.6190	0.3020	0.0630	0.032
14	Test	Costilla de danto1	8	0.49600	83.957	1.032	0.8410	0.5635	0.0555	0.016
15	Test	Culebro	24	0.11375	104.444	0.540	0.1430	0.1030	0.0320	-0.016
16	Test	Desconocido	16	0.41863	96.265	1.270	0.7065	0.2540	0.1190	0.000
17	Test	Desconocido10	15	0.14280	74.008	0.317	0.2380	0.1110	0.0480	0.032
18	Test	Fosforo3	5	0.51140	73.558	1.016	0.8100	0.2860	0.2700	0.175
19	Test	Fruta dorada1	19	0.22389	111.618	0.889	0.3810	0.1270	0.0630	-0.016
20	Test	gavilán	146	0.79650	67.497	2.984	1.0630	0.6980	0.3970	-0.190
21	Test	Guabiluno3	16	0.19231	63.819	0.460	0.2855	0.1590	0.1030	0.016
22	Test	Guabo3	11	0.69109	79.100	2.095	0.8100	0.5870	0.3810	0.000
23	Test	Guarumo1	40	1.04483	51.520	2.397	1.3570	0.9525	0.6985	0.000
24	Test	Guarumo2	87	0.52083	86.678	2.667	0.6980	0.4600	0.1900	0.016
25	Test	Guayabo de charco2	19	0.39095	83.107	1.175	0.6670	0.3170	0.1270	0.000
26	Test	Higo	3	0.17467	63.836	0.286	0.2860	0.1750	0.0630	0.063
27	Test	Huesillo	34	0.26418	75.817	0.714	0.3650	0.2060	0.0950	0.016
28	Test	Hule	10	0.77780	35.553	1.349	0.9680	0.7540	0.5400	0.460
29	Test	Jazmin1	4	0.16650	62.435	0.317	0.2300	0.1350	0.1030	0.079
30	Test	Jazmin2	3	0.17433	101.324	0.333	0.3330	0.2060	-0.0160	-0.016
31	Test	Kerosin1	17	0.28935	88.306	0.937	0.2540	0.1900	0.1430	0.095
32	Test	Laurel patastel	4	0.25000	90.012	0.460	0.4445	0.2460	0.0555	0.048
33	Test	Leche de vaca	6	0.53167	69.104	1.063	0.9210	0.3650	0.2540	0.222
34	Test	Majagual	3	1.09567	40.017	1.556	1.5560	1.0480	0.6830	0.683
35	Test	Manul	5	0.16520	80.708	0.302	0.2860	0.1590	0.0950	-0.016
36	Test	Muneco2	3	0.78300	102.091	1.667	1.6670	0.5710	0.1110	0.111
37	Test	Naranjo1	16	0.05156	61.793	0.127	0.0630	0.0480	0.0320	0.016
38	Test	Nispero macho1	5	0.48240	82.336	1.190	0.3490	0.3330	0.2700	0.270
39	Test	Ojoche1	6	0.32800	57.531	0.492	0.4760	0.3890	0.1900	0.032
40	Test	Ojoche2	3	0.42833	58.224	0.698	0.6980	0.3810	0.2060	0.206
41	Test	Ojoche3	4	0.45650	106.206	1.175	0.7225	0.2700	0.1905	0.111
42	Test	Ojoche4	9	0.50089	72.929	1.175	0.7140	0.4440	0.1900	0.000
43	Test	Ojoche6	3	0.37567	100.922	0.810	0.8100	0.2060	0.1110	0.111
44	Test	Palo de rosal	12	0.14017	103.999	0.508	0.1510	0.1190	0.0475	-0.016
45	Test	Pan blanco	14	0.17900	54.824	0.317	0.2540	0.1900	0.0950	0.000
46	Test	Panamá	5	0.42540	60.769	0.794	0.5240	0.3970	0.3170	0.095
47	Test	Pansubá	3	0.48667	6.844	0.524	0.5240	0.4760	0.4600	0.460
48	Test	Papayo	15	0.94480	53.843	2.016	1.1270	0.9520	0.5710	0.254
49	Test	Pasica	7	0.69600	43.380	1.143	0.9520	0.6350	0.5710	0.190
50	Test	Peine de mico	6	0.70900	89.598	1.746	1.1590	0.4920	0.3650	0.000
51	Test	Pichipán	8	0.51200	155.915	2.444	0.4365	0.2780	0.0875	0.048
52	Test	Platano3	45	0.41309	69.920	1.000	0.6670	0.4130	0.1590	-0.032
53	Test	Plomo	3	0.20100	82.096	0.333	0.3330	0.2540	0.0160	0.016
54	Test	Pronto aliviol	6	0.42617	176.231	1.937	0.3650	0.0955	0.0320	0.032
55	Test	Pronto alivio2	6	0.47083	76.430	0.810	0.7300	0.6190	0.0630	-0.016
56	Test	Rosita	3	1.22733	81.196	2.349	2.3490	0.8890	0.4440	0.444
57	Test	Sangregradol	14	0.33329	102.174	1.063	0.4290	0.2380	0.1110	-0.016
58	Test	Sapotillo2	29	0.33438	67.458	0.841	0.5240	0.3170	0.1430	0.000
59	Test	Tabacón	31	0.39277	70.646	1.016	0.6190	0.3020	0.1750	0.016
60	Test	Talcacao	3	0.26467	167.997	0.778	0.7780	0.0160	0.0000	0.000
61	Test	Tamarindo	23	0.26013	74.581	0.635	0.3810	0.1900	0.1430	-0.127

OBS TR NOMVERNA ABUNDAN MEDIA COEFVAR MAXIMO CUARTIL3 MEDIANA CUARTIL1 MINIMO

62	Test	Tatacasmel	6	0.44967	63.1790	0.952	0.508	0.4285	0.238	0.143
63	Test	Tempisque2	3	0.16933	53.3995	0.270	0.270	0.1430	0.095	0.095
64	Test	Terciopelo	30	0.27240	90.4590	0.905	0.381	0.2140	0.095	-0.159
65	Test	Uval	6	0.06883	83.3013	0.143	0.127	0.0555	0.032	0.000
66	Test	Zopilote	7	0.36057	70.1954	0.730	0.635	0.2700	0.175	0.032

4b) Distribución del incremento diamétrico por tratamiento, parcelas tratadas,
La Lupe (N ≥ 3)

Incremento mediano anual parcelas tratadas. Abundancia >= 3. La Lupe
Periodo 1991-1997

OBS	TR	NOMVERNA	ABUNDAN	MEDIA	COEFVAR	MAXIMO	CUARTIL3	MEDIANA	CUARTIL1	MINIMO
1	Trat	Alcanfor1	3	0.32767	131.446	0.825	0.8250	0.0790	0.0790	0.079
2	Trat	Algodoni	23	1.38296	45.782	2.317	1.8570	1.4440	0.8410	0.079
3	Trat	almendro	15	0.73553	81.760	2.032	1.1270	0.6350	0.2540	0.016
4	Trat	Azufre2	3	0.26467	77.086	0.413	0.4130	0.3490	0.0320	0.032
5	Trat	Balsal	3	1.16900	93.998	2.317	2.3170	1.0630	0.1270	0.127
6	Trat	Cacahuillo	13	0.16362	63.741	0.317	0.2540	0.1590	0.0790	0.000
7	Trat	capulín	34	1.26662	56.079	2.667	1.8570	1.1430	0.6350	0.159
8	Trat	cebol	3	0.80400	47.788	1.079	1.0790	0.9680	0.3650	0.365
9	Trat	cebo2	7	0.51014	52.196	0.952	0.7940	0.4440	0.2860	0.222
10	Trat	cedro macho	28	0.45743	77.848	1.270	0.6590	0.4285	0.2060	-0.063
11	Trat	Conchillo	3	0.40200	77.657	0.762	0.7620	0.2380	0.2060	0.206
12	Trat	Cortez3	3	0.39667	38.520	0.571	0.5710	0.3330	0.2860	0.286
13	Trat	Culebro	33	0.23764	65.419	0.619	0.3330	0.1900	0.1430	0.016
14	Trat	Desconocido	12	0.30567	81.407	0.937	0.3890	0.2380	0.1510	0.032
15	Trat	Espino blanco	3	0.45467	24.498	0.571	0.5710	0.4440	0.3490	0.349
16	Trat	Fosforo3	4	0.44050	47.647	0.635	0.5715	0.4920	0.3095	0.143
17	Trat	Fruta dorada1	16	0.50788	61.262	1.016	0.7620	0.5400	0.2140	0.063
18	Trat	gavilán	79	0.97324	51.916	2.190	1.2700	0.9370	0.5560	0.111
19	Trat	Guabiluno3	20	0.31585	52.235	0.571	0.4285	0.3095	0.1665	0.032
20	Trat	Guabo3	24	0.69108	70.294	1.698	1.1980	0.5555	0.2860	0.111
21	Trat	Guarumo1	17	0.94959	75.724	2.857	1.1110	0.7300	0.5080	0.048
22	Trat	Guarumo2	26	0.79919	83.352	2.873	0.7780	0.6590	0.3970	0.175
23	Trat	Guayabo de charcol	3	0.54500	87.199	0.873	0.8730	0.7620	0.0000	0.000
24	Trat	Guayabo de charco2	11	0.68118	71.408	1.603	1.0320	0.6190	0.2220	0.048
25	Trat	Higo	3	0.16400	87.595	0.317	0.3170	0.1430	0.0320	0.032
26	Trat	Huesillo	20	0.33805	60.124	0.714	0.5320	0.2855	0.1670	0.095
27	Trat	Hule	3	0.51867	49.252	0.810	0.8100	0.4130	0.3330	0.333
28	Trat	Kerosini	26	0.37535	63.396	0.952	0.4600	0.3250	0.2220	0.032
29	Trat	Laurel patastel	4	0.88900	52.195	1.540	1.2145	0.7620	0.5635	0.492
30	Trat	Leche de vaca	5	0.47940	127.402	1.429	0.7460	0.2060	0.0160	0.000
31	Trat	Majagual	3	0.54500	61.354	0.746	0.7460	0.7300	0.1590	0.159
32	Trat	Matasano	6	0.57150	57.889	0.921	0.9050	0.5715	0.3970	0.063
33	Trat	Naranjo2	4	0.11525	42.580	0.159	0.1510	0.1270	0.0795	0.048
34	Trat	Níspero macho1	17	0.46600	60.939	0.921	0.6980	0.4760	0.2860	0.048
35	Trat	Ojoche1	4	0.21825	52.893	0.365	0.3095	0.1985	0.1270	0.111
36	Trat	Ojoche2	3	0.28033	96.273	0.587	0.5870	0.1750	0.0790	0.079
37	Trat	Ojoche3	12	0.19575	60.367	0.397	0.2935	0.1825	0.0950	0.032
38	Trat	Ojoche6	5	0.49860	85.841	1.175	0.6190	0.4130	0.1590	0.127
39	Trat	Palo de rosa1	6	0.28333	46.377	0.524	0.3020	0.2700	0.1750	0.159
40	Trat	Pan blanco	18	0.21250	77.075	0.667	0.3020	0.1510	0.1110	0.000
41	Trat	Panamá	5	0.21920	89.361	0.540	0.2540	0.1430	0.1270	0.032
42	Trat	Papayo	4	1.49600	15.789	1.794	1.6590	1.4840	1.3330	1.222
43	Trat	Pasica	3	0.92033	58.040	1.333	1.3330	1.1110	0.3170	0.317
44	Trat	Pataste	5	0.33640	65.838	0.619	0.3810	0.3650	0.3170	0.000
45	Trat	Peine de mico	8	0.67850	58.560	1.270	1.0635	0.5395	0.3810	0.190
46	Trat	Pichipán	10	0.35860	52.954	0.667	0.4440	0.3490	0.3330	0.032
47	Trat	Piojillo1	5	0.13640	112.978	0.333	0.2700	0.0630	0.0160	0.000
48	Trat	Piojillo3	3	0.12167	98.816	0.206	0.2060	0.1750	-0.0160	-0.016
49	Trat	Platano3	23	0.62587	68.222	1.540	0.7460	0.5400	0.2540	0.063
50	Trat	Pronto aliviol	5	0.29820	61.770	0.587	0.3170	0.2540	0.2540	0.079
51	Trat	Quina3	3	0.74067	68.853	1.111	1.1110	0.9520	0.1590	0.159
52	Trat	Quinon1	5	0.71760	51.303	1.302	0.8570	0.5400	0.4600	0.429
53	Trat	Rosita	3	0.52400	27.290	0.667	0.6670	0.5240	0.3810	0.381
54	Trat	Sangregrado1	23	0.32648	76.881	1.016	0.4760	0.2860	0.1590	0.000
OBS	TR	NOMVERNA	ABUNDAN	MEDIA	COEFVAR	MAXIMO	CUARTIL3	MEDIANA	CUARTIL1	MINIMO

55	Trat Sapotillo2	19	0.25968	71.625	0.603	0.4290	0.2220	0.0790	-0.032
56	Trat Tabacón	29	0.53203	61.465	1.333	0.6830	0.5240	0.3650	-0.143
57	Trat Tamarindo	13	0.47123	74.048	1.000	0.8410	0.4440	0.1270	0.016
58	Trat Tatacasmel	5	0.48260	48.285	0.794	0.5710	0.5400	0.3020	0.206
59	Trat Terciopelo	40	0.29168	57.706	0.698	0.3970	0.2780	0.1750	-0.016
60	Trat Uval	5	0.13960	102.981	0.333	0.2380	0.1110	0.0160	0.000
61	Trat Zopilote	4	0.11100	64.802	0.206	0.1585	0.1030	0.0635	0.032

4c) Distribución del incremento diamétrico, Los Filos.

Distribución del Incremento. Abundancia >= 8. Los Filos
Período 1992-1997

OBS	NOMVERNA	ABUNDAN	MEDIA	COEFVAR	MAXIMO	CUARTIL3	MEDIANA	CUARTIL1	MINIMO
1	Aguacate de monte3	23	0.58604	65.113	1.476	0.7960	0.6410	0.2330	0.000
2	Alcanfor1	41	0.42910	97.636	1.592	0.5440	0.2910	0.1360	-0.058
3	almendro	25	0.57864	67.301	1.320	0.8540	0.5440	0.3110	0.000
4	Cacahuillo	58	0.31340	72.755	0.990	0.4470	0.2720	0.1360	-0.039
5	Cachito	15	0.55153	81.734	1.476	0.8160	0.5830	0.0780	-0.155
6	Capirotel	16	0.24769	85.384	0.680	0.4080	0.1945	0.0585	0.000
7	cebo1	34	0.36153	87.514	1.126	0.4660	0.3105	0.1360	0.000
8	cebo2	23	0.61022	83.075	1.631	0.8540	0.4850	0.2520	0.000
9	cedro macho	75	0.60604	97.980	2.544	0.9130	0.4470	0.1550	-0.039
10	Chilillo	11	0.48900	73.997	1.146	0.7570	0.4470	0.2330	-0.019
11	Cola de paval	9	0.72489	58.784	1.573	0.9320	0.7180	0.4270	0.117
12	Concha de cangrejo3	10	0.23690	65.381	0.583	0.2910	0.2425	0.1550	0.000
13	Copalchil	19	0.43337	83.534	1.340	0.7180	0.3110	0.1360	0.000
14	Costilla de dantol	11	0.49273	81.853	1.126	0.9130	0.4080	0.1170	-0.019
15	Cuero de sahinol	16	0.73056	83.983	2.602	0.9805	0.5535	0.3690	0.019
16	Culebro	213	0.31623	70.763	1.456	0.4660	0.2720	0.1750	-0.039
17	Desconocido	20	0.33985	87.506	1.165	0.4465	0.3010	0.0975	0.019
18	Espino blanco	8	0.16038	142.295	0.563	0.2720	0.1945	-0.0290	-0.155
19	Fosforo3	37	0.52592	69.545	1.573	0.6800	0.5050	0.2720	-0.019
20	Fruta dorada	27	0.39837	114.446	1.534	0.6990	0.1940	0.0780	-0.039
21	gavilán	339	0.97647	67.259	2.913	1.3790	0.8930	0.4080	-0.117
22	Guabilunol	35	0.41389	86.463	1.573	0.5830	0.3300	0.1750	-0.039
23	Guabiluno3	17	0.25129	126.639	1.262	0.3300	0.1170	0.0390	0.000
24	Guabo3	113	0.72552	86.646	2.699	0.9320	0.5630	0.2520	-0.019
25	Guarumol	38	0.81758	69.671	2.563	1.1460	0.7670	0.4660	0.058
26	Guarumo2	20	1.07195	70.027	2.854	1.2720	1.0775	0.4950	0.058
27	Guayabo de charco2	15	0.86727	49.616	1.553	1.2430	0.8540	0.5630	0.175
28	Huesillo	37	0.27503	78.207	0.932	0.4470	0.2520	0.0970	-0.019
29	Hule	23	0.62387	54.436	1.359	0.9510	0.5830	0.3300	0.058
30	Jazmin2	9	0.22633	77.234	0.427	0.4270	0.2330	0.0970	0.019
31	Jobo	14	0.75029	64.383	1.825	1.1650	0.6505	0.3880	0.117
32	Kerosini	29	0.62069	69.716	2.039	0.7960	0.5240	0.3300	0.117
33	Laurel patastel	9	0.35811	84.204	0.816	0.6410	0.2520	0.0970	0.019
34	Leche de vaca	11	0.50682	95.411	1.437	0.5830	0.3500	0.3300	-0.155
35	Mangle1	15	0.45427	83.296	1.379	0.6600	0.3300	0.1940	0.019
36	Manu1	16	0.42356	76.249	1.068	0.6700	0.4660	0.1165	0.000
37	Manu2	16	0.39200	69.244	0.971	0.4175	0.3400	0.2235	0.019
38	Matasano	9	0.40778	67.844	0.757	0.6990	0.4270	0.1750	0.000
39	Níspero macho2	49	0.46684	74.805	1.825	0.6600	0.3880	0.2140	-0.039
40	Ojoche1	24	0.41025	102.565	1.320	0.6700	0.2140	0.1070	-0.078
41	Ojoche2	14	0.34807	79.770	0.893	0.5630	0.2915	0.0970	0.019
42	Ojoche4	45	0.43451	114.803	2.194	0.6020	0.2520	0.0970	0.000
43	Ojoche5	15	0.30687	151.587	1.437	0.2910	0.1170	0.0000	-0.019
44	Ojoche6	23	0.30474	115.689	1.359	0.4470	0.1550	0.0970	0.000
45	Palanco5	9	0.31067	127.395	1.010	0.3690	0.1550	0.0390	0.000
46	Palo de rosai	12	0.38992	112.449	1.476	0.5340	0.2525	0.1165	-0.039
47	Pan blanco	45	0.38362	83.116	1.534	0.5050	0.3690	0.1360	0.000
48	Panamá	9	0.54367	94.391	1.534	0.9510	0.3110	0.1550	0.078
49	Pasica	32	0.81313	76.284	2.505	1.3205	0.6505	0.2815	0.039
50	Pastor canecho	14	0.08607	114.619	0.369	0.1170	0.0390	0.0390	-0.019
51	Pataste	11	0.30882	89.902	0.718	0.6990	0.2330	0.0970	0.019
52	Peine de mico	35	0.85714	80.975	2.330	1.4950	0.8160	0.1750	0.000
53	Pichipán	93	0.24038	86.783	0.932	0.3500	0.1750	0.1170	-0.078
54	Piojillo3	27	0.34522	92.877	1.495	0.5240	0.3110	0.1360	-0.039
OBS	NOMVERNA	ABUNDAN	MEDIA	COEFVAR	MAXIMO	CUARTIL3	MEDIANA	CUARTIL1	MINIMO
55	Platanol	88	0.55143	75.201	1.786	0.8350	0.4950	0.1750	-0.078

56	Platano2	18	0.59011	83.233	1.553	1.0680	0.3885	0.1940	-0.019
57	Platano3	12	0.62467	72.042	1.359	1.0290	0.4760	0.2915	0.000
58	Pronto alivio1	17	0.29700	67.315	0.680	0.4660	0.2910	0.1170	0.019
59	Pronto alivio2	29	0.26721	100.825	1.243	0.3880	0.1550	0.0780	0.000
60	Rosita	25	0.74792	41.012	1.301	0.9900	0.6990	0.5240	0.311
61	Sangregrado1	29	0.40107	104.810	1.417	0.5830	0.2520	0.1360	-0.194
62	Sapotillo2	40	0.42380	75.220	1.398	0.5825	0.350	0.194	0.019
63	Talcacao	9	0.46822	124.105	1.534	0.3690	0.252	0.117	0.000
64	Tamarindo	39	0.58849	109.016	2.291	0.9710	0.350	0.039	0.000
65	Tempisque4	11	0.26818	123.111	0.990	0.4080	0.136	0.019	0.000
66	Zopilote	48	0.35038	79.378	1.359	0.5440	0.301	0.117	0.000



8.5. Anexo 5.

Agrupación de especies según velocidades de crecimiento por tratamiento silvicultural. Sitio La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

CLUSTER	PARCELAS TESTIGO				PARCELAS TRATADAS					
	C3 (mm)	N	C1	ME	C3 (mm)	N	C1	ME		
		(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)	(mm)		
1)Crecimiento lento	Guabiluno3	16	1.0	1.6	2.8	Naranjo2	4	0.1	1.3	1.5
	Manú1	5	0.9	1.6	2.9	Azufre2	3	0.3	3.5	4.1
	Cacahuillo	9	0.8	1.3	1.4	Terciopelo	40	1.7	2.8	4.0
	cedro macho	38	1.3	2.4	4.3	Pan blanco	18	1.1	1.5	3.0
	Sangregrado1	14	1.1	2.4	4.3	Cacahuillo	13	0.8	1.6	2.5
	Huesillo	34	0.9	2.1	3.6	Culebro	33	1.4	1.9	3.3
	Terciopelo	30	0.9	2.1	3.8	Ojoche1	4	1.3	2.0	3.1
	Azufre2	3	0.2	3.5	4.0	Zopilote	4	0.6	1.0	1.6
	Culebro	24	0.3	1.0	1.4	Uval	5	0.2	1.1	2.4
	Palo de rosa1	12	0.5	1.2	1.5	Ojoche3	12	0.9	1.8	2.9
	Azufre1	3	1.6	2.7	3.8	Panamá	5	1.3	1.4	2.5
	Tempisque2	3	0.9	1.4	2.7	Sapotillo2	19	0.8	2.2	4.3
	Desconocido10	15	0.5	1.1	2.4	Huesillo	20	1.7	2.9	5.3
	Jazmín1	4	1.0	1.4	2.3	Desconocido	12	1.5	2.4	3.9
	Laurel pataste1	4	0.6	2.5	4.4	Guabiluno3	20	1.7	3.1	4.3
	Sapotillo2	29	1.4	3.2	5.2	Sangregrado1	23	1.6	2.9	4.8
	Pan blanco	14	0.9	1.9	2.5	Piojillo1	5	0.2	0.6	2.7
	Fruta dorada1	19	0.6	1.3	3.8	Kerosin1	26	2.2	3.2	4.6
	Pronto alivio1	6	0.3	1.0	3.6	Higo	3	0.3	1.4	3.2
	Higo	3	0.6	1.7	2.9	Piojillo3	3	-0.2	1.7	2.1
	Capirote1	21	0.3	0.6	1.7	Palo de rosa1	6	1.7	2.7	3.0
	Uval	6	0.3	0.6	1.3	Pronto alivio1	5	2.5	2.5	3.2
	Pichipán	8	0.9	2.8	4.4					
	Jazmín2	3	-0.2	2.1	3.3					
	Plomo	3	0.2	2.5	3.3					
	Tamarindo	23	1.4	1.9	3.8					
	Kerosin1	17	1.4	1.9	2.5					
	Concha de cangrejo5	5	0.5	2.2	2.2					
Naranjo1	16	0.3	0.5	0.6						
2)Crecimiento Moderada_ mente lento	Guarumo2	87	1.9	4.6	7.0	Rosita	3	3.8	5.2	6.7
	Ojoche4	9	1.9	4.4	7.1	Tabacón	29	3.6	5.2	6.8
	Tabacón	31	1.7	3.0	6.2	Fruta dorada1	16	2.1	5.4	7.6
	Zopilote	7	1.7	2.7	6.3	Plátano3	23	2.5	5.4	7.5
	Plátano3	45	1.6	4.1	6.7	Ojoche6	5	1.6	4.1	6.2
	Ojoche3	4	1.9	2.7	7.2	Fósforo3	4	3.1	4.9	5.7
	Nispero macho1	5	2.7	3.3	3.5	Tatacasmel	5	3.0	5.4	5.7
	Ojoche1	6	1.9	3.9	4.8	Conchillo	3	2.1	2.4	7.6
	Tatacasmel	6	2.4	4.3	5.1	cebo2	7	2.9	4.4	7.9
	Panamá	5	3.2	4.0	5.2	Hule	3	3.3	4.1	8.1
	Desconocido	16	1.2	2.5	7.1	cedro macho	28	2.1	4.3	6.6
	Guayabo de charco2	19	1.3	3.2	6.7	Pataste	5	3.2	3.6	3.8
	almendro	11	1.9	4.9	7.8	Espino blanco	3	3.5	4.4	5.7
	Ojoche2	3	2.1	3.8	7.0	Majagua1	3	1.6	7.3	7.5
	cebo1	7	1.4	6.7	8.1	Pichipán	10	3.3	3.5	4.4
	Copalchil	7	0.6	3.1	6.2	Alcanfor1	3	0.8	0.8	8.2
	Talcacao	3	0.0	0.2	7.8	Leche de vaca	5	0.2	2.1	7.5
	Ojoche6	3	1.1	2.1	8.1	Nispero macho1	17	2.9	4.8	7.0
	Fósforo3	5	2.7	2.9	8.1	Cortez3	3	2.9	3.3	5.7
	Costilla de danto1	8	0.6	5.6	8.4	Tamarindo	13	1.3	4.4	8.4
	Pronto alivio2	6	0.6	6.2	7.3	Ojoche2	3	0.8	1.7	5.9
	Leche de vaca	6	2.5	3.6	9.2	Guayabo de charco1	3	0.0	7.6	8.7
	Pansubá	3	4.6	4.8	5.2					

Continúa.....

Continuación Agrupación de especies.....

CLUSTER	PARCELAS TESTIGO				PARCELAS TRATADAS					
	C3 (mm)	N	C1 (mm)	ME (mm)	C3 (mm)	N	C1 (mm)	ME (mm)		
3)Crecimiento Moderada-mente rápido	Guabo3	11	3.8	5.9	8.1	Guarumo2	26	4.0	6.6	7.8
	Peine de mico	6	3.6	4.9	11.6	Matasano	6	4.0	5.7	9.0
	Huie	10	5.4	7.5	9.7	Quinón1	5	4.6	5.4	8.6
	Pasica	7	5.7	6.3	9.5	almendro	15	2.5	6.3	11.3
	cebo2	10	4.3	6.7	8.9	Guayabo de charco2	11	2.2	6.2	10.3
	Papayo	15	5.7	9.5	11.3	Peine de mico	8	3.8	5.4	10.6
	gavilán	146	4.0	7.0	10.6	Guarumo1	17	5.1	7.3	11.1
	Guarumo1	40	7.0	9.5	13.6	Laurel pataste	4	5.6	7.6	12.1
	Majagua1	3	6.8	10.5	15.6	gavilán	79	5.6	9.4	12.7
	Algodón1	3	5.7	7.1	16.2	Guabo3	24	2.9	5.6	12.0
	Balsa1	19	4.1	9.5	16.5	cebo1	3	3.6	9.7	10.8
	Muñeco2	3	1.1	5.7	16.7	Quina3	3	1.6	9.5	11.1
						Pasica	3	3.2	11.1	13.3
4)Crecimiento rápido	Rosita	3	4.4	8.9	23.5	Balsa1	3	1.3	10.6	23.2
	capulín	26	12.4	15.7	23.8	Algodón1	23	8.4	14.4	18.6
						capulín	34	6.3	11.4	18.6
					Papavo	4	13.3	14.8	16.6	

C1 = cuartil 1; ME = mediana; C3 = cuartil 3

8.6. Anexo 6

6a) Coeficientes de correlación de Pearson entre variables dasométricas y topográficas, La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Pearson Correlation Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / Number of Observations						
	IMA	ILUMI1	FORMA1	CALIFUS1	LIANAS1	DAPI
IMA	1.00000 0.0 1571	-0.19746 0.0001 1570	-0.17883 0.0001 1569	-0.12448 0.0001 1571	-0.15141 0.0001 1571	-0.06216 0.0137 1571
ILUMI1	-0.19746 0.0001 1570	1.00000 0.0 1570	0.14890 0.0001 1568	0.36291 0.0001 1570	-0.01220 0.6291 1570	-0.55225 0.0001 1570
FORMA1	-0.17883 0.0001 1569	0.14890 0.0001 1568	1.00000 0.0 1569	0.19751 0.0001 1569	0.03497 0.1662 1569	-0.03678 0.1454 1569
CALIFUS1	-0.12448 0.0001 1571	0.36291 0.0001 1570	0.19751 0.0001 1569	1.00000 0.0 1571	0.06806 0.0070 1571	-0.20544 0.0001 1571
LIANAS1	-0.15141 0.0001 1571	-0.01220 0.6291 1570	0.03497 0.1662 1569	0.06806 0.0070 1571	1.00000 0.0 1571	0.19192 0.0001 1571
DAPI	-0.06216 0.0137 1571	-0.55225 0.0001 1570	-0.03678 0.1454 1569	-0.20544 0.0001 1571	0.19192 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571
GRUECO	-0.40216 0.0001 1571	0.21958 0.0001 1570	0.15388 0.0001 1569	0.20888 0.0001 1571	0.17146 0.0001 1571	0.09173 0.0003 1571
CLUSTER	0.59317 0.0001 1571	-0.20590 0.0001 1570	-0.12922 0.0001 1569	-0.13085 0.0001 1571	-0.17145 0.0001 1571	0.00367 0.8845 1571
PENDIEN	0.03024 0.2310 1571	-0.14103 0.0001 1570	-0.05867 0.0201 1569	-0.10640 0.0001 1571	-0.09277 0.0002 1571	0.00507 0.8410 1571
FORMAPEN	-0.11376 0.0001 1571	0.03747 0.1378 1570	0.02900 0.2510 1569	0.04249 0.0923 1571	0.00391 0.8769 1571	0.06771 0.0073 1571
POSICPEN	0.04597 0.0685 1571	-0.02512 0.3198 1570	0.00828 0.7431 1569	-0.01776 0.4819 1571	-0.02164 0.3914 1571	-0.00553 0.8268 1571
ABINI	-0.19374 0.0001 1571	0.14454 0.0001 1570	0.11041 0.0001 1569	0.20656 0.0001 1571	0.02639 0.2959 1571	0.07580 0.0026 1571

Sigue...
 Continuación....

	Pearson Correlation Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / Number of Observations					
	GRUECO	CLUSTER	PENDIEN	FORMAPEN	POSICPEN	ABINI
IMA	-0.40216 0.0001 1571	0.59317 0.0001 1571	0.03024 0.2310 1571	-0.11376 0.0001 1571	0.04597 0.0685 1571	-0.19374 0.0001 1571
ILUMI1	0.21958 0.0001 1570	-0.20590 0.0001 1570	-0.14103 0.0001 1570	0.03747 0.1378 1570	-0.02512 0.3198 1570	0.14454 0.0001 1570
FORMA1	0.15388 0.0001 1569	-0.12922 0.0001 1569	-0.05867 0.0201 1569	0.02900 0.2510 1569	0.00828 0.7431 1569	0.11041 0.0001 1569
CALIFUS1	0.20888 0.0001 1571	-0.13085 0.0001 1571	-0.10640 0.0001 1571	0.04249 0.0923 1571	-0.01776 0.4819 1571	0.20656 0.0001 1571
LIANAS1	0.17146 0.0001 1571	-0.17145 0.0001 1571	-0.09277 0.0002 1571	0.00391 0.8769 1571	-0.02164 0.3914 1571	0.02639 0.2959 1571
DAPI	0.09173 0.0003 1571	0.00367 0.8845 1571	0.00507 0.8410 1571	0.06771 0.0073 1571	-0.00553 0.8268 1571	0.07580 0.0026 1571
GRUECO	1.00000 0.0 1571	-0.58713 0.0001 1571	-0.06705 0.0078 1571	0.06934 0.0060 1571	0.01308 0.6046 1571	0.18616 0.0001 1571
CLUSTER	-0.58713 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571	0.06534 0.0096 1571	-0.08006 0.0015 1571	0.01857 0.4621 1571	-0.17529 0.0001 1571
PENDIEN	-0.06705 0.0078 1571	0.06534 0.0096 1571	1.00000 0.0 1571	0.02906 0.2497 1571	0.04300 0.0884 1571	-0.14893 0.0001 1571
FORMAPEN	0.06934 0.0060 1571	-0.08006 0.0015 1571	0.02906 0.2497 1571	1.00000 0.0 1571	-0.30326 0.0001 1571	0.24291 0.0001 1571
POSICPEN	0.01308 0.6046 1571	0.01857 0.4621 1571	0.04300 0.0884 1571	-0.30326 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571	0.08448 0.0008 1571
ABINI	0.18616 0.0001 1571	-0.17529 0.0001 1571	-0.14893 0.0001 1571	0.24291 0.0001 1571	0.08448 0.0008 1571	1.00000 0.0 1571

6b) Coeficientes de correlación de Spearman entre variables dasométricas y topográficas, La Lupe, Río San Juan, Nicaragua.

Spearman Correlation Coefficients / Prob > R under Ho: Rho=0 / Number of Observations						
	IMA	ILUMI1	FORMA1	CALIFUS1	LIANAS1	DAP1
IMA	1.00000 0.0 1571	-0.26064 0.0001 1570	-0.20283 0.0001 1569	-0.16146 0.0001 1571	-0.15772 0.0001 1571	-0.01793 0.4775 1571
ILUMI1	-0.26064 0.0001 1570	1.00000 0.0 1570	0.16908 0.0001 1568	0.36001 0.0001 1570	0.00569 0.8218 1570	-0.48624 0.0001 1570
FORMA1	-0.20283 0.0001 1569	0.16908 0.0001 1568	1.00000 0.0 1569	0.18538 0.0001 1569	0.08422 0.0008 1569	-0.00116 0.9632 1569
CALIFUS1	-0.16146 0.0001 1571	0.36001 0.0001 1570	0.18538 0.0001 1569	1.00000 0.0 1571	0.09834 0.0001 1571	-0.13377 0.0001 1571
LIANAS1	-0.15772 0.0001 1571	0.00569 0.8218 1570	0.08422 0.0008 1569	0.09834 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571	0.20729 0.0001 1571
DAP1	-0.01793 0.4775 1571	-0.48624 0.0001 1570	-0.00116 0.9632 1569	-0.13377 0.0001 1571	0.20729 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571
GRUECO	-0.37966 0.0001 1571	0.26183 0.0001 1570	0.16245 0.0001 1569	0.23918 0.0001 1571	0.16206 0.0001 1571	0.09158 0.0003 1571
CLUSTER	0.57635 0.0001 1571	-0.24121 0.0001 1570	-0.16000 0.0001 1569	-0.14835 0.0001 1571	-0.17309 0.0001 1571	-0.06862 0.0065 1571
PENDIEN	0.04524 0.0730 1571	-0.15766 0.0001 1570	-0.08979 0.0004 1569	-0.12662 0.0001 1571	-0.12232 0.0001 1571	0.00556 0.8257 1571
FORMAPEN	-0.13379 0.0001 1571	0.03366 0.1825 1570	0.02930 0.2461 1569	0.03458 0.1708 1571	-0.01098 0.6638 1571	0.05705 0.0237 1571
POSICPEN	0.06988 0.0056 1571	-0.03104 0.2190 1570	0.01132 0.6541 1569	-0.02697 0.2853 1571	-0.01410 0.5766 1571	0.01933 0.4438 1571
ABINI	-0.18689 0.0001 1571	0.11195 0.0001 1570	0.12695 0.0001 1569	0.17369 0.0001 1571	0.03456 0.1709 1571	0.04819 0.0562 1571

Sigue...
Continuación...

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / Number of Observations

	GRUECO	CLUSTER	PENDIEN	FORMAPEN	POSICPEN	ABINI
IMA	-0.37966 0.0001 1571	0.57635 0.0001 1571	0.04524 0.0730 1571	-0.13379 0.0001 1571	0.06988 0.0056 1571	-0.18689 0.0001 1571
ILUMI1	0.26183 0.0001 1570	-0.24121 0.0001 1570	-0.15766 0.0001 1570	0.03366 0.1825 1570	-0.03104 0.2190 1570	0.11195 0.0001 1570
FORMA1	0.16245 0.0001 1569	-0.16000 0.0001 1569	-0.08979 0.0004 1569	0.02930 0.2461 1569	0.01132 0.6541 1569	0.12695 0.0001 1569
CALIFUS1	0.23918 0.0001 1571	-0.14835 0.0001 1571	-0.12662 0.0001 1571	0.03458 0.1708 1571	-0.02697 0.2853 1571	0.17369 0.0001 1571
LIANAS1	0.16206 0.0001 1571	-0.17309 0.0001 1571	-0.12232 0.0001 1571	-0.01098 0.6638 1571	-0.01410 0.5766 1571	0.03456 0.1709 1571
DAP1	0.09158 0.0003 1571	-0.06862 0.0065 1571	0.00556 0.8257 1571	0.05705 0.0237 1571	0.01933 0.4438 1571	0.04819 0.0562 1571
GRUECO	1.00000 0.0 1571	-0.55608 0.0001 1571	-0.06919 0.0061 1571	0.07105 0.0048 1571	0.00689 0.7848 1571	0.15115 0.0001 1571
CLUSTER	-0.55608 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571	0.08212 0.0011 1571	-0.08423 0.0008 1571	0.03344 0.1853 1571	-0.13422 0.0001 1571
PENDIEN	-0.06919 0.0061 1571	0.08212 0.0011 1571	1.00000 0.0 1571	0.02290 0.3644 1571	0.04808 0.0568 1571	-0.12664 0.0001 1571
FORMAPEN	0.07105 0.0048 1571	-0.08423 0.0008 1571	0.02290 0.3644 1571	1.00000 0.0 1571	-0.18089 0.0001 1571	0.24776 0.0001 1571
POSICPEN	0.00689 0.7848 1571	0.03344 0.1853 1571	0.04808 0.0568 1571	-0.18089 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571	0.09876 0.0001 1571
ABINI	0.15115 0.0001 1571	-0.13422 0.0001 1571	-0.12664 0.0001 1571	0.24776 0.0001 1571	0.09876 0.0001 1571	1.00000 0.0 1571

6c) Coeficientes de correlación de Pearson entre variables dasométricas y topográficas. Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 2178

	IMA	ILUMIS	FORMAS	CALIFUSS	LIANASS	DAP1
IMA	1.00000 0.0 2178	-0.35483 0.0001 2178	-0.22491 0.0001 2178	-0.15160 0.0001 2178	-0.04983 0.0200 2178	0.17629 0.0001 2178
ILUMIS	-0.35483 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.17099 0.0001 2178	0.32358 0.0001 2178	-0.10358 0.0001 2178	-0.57026 0.0001 2178
FORMAS	-0.22491 0.0001 2178	0.17099 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.30942 0.0001 2178	0.00550 0.7977 2178	-0.11048 0.0001 2178
CALIFUSS	-0.15160 0.0001 2178	0.32358 0.0001 2178	0.30942 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	-0.02436 0.2558 2178	-0.28205 0.0001 2178
LIANASS	-0.04983 0.0200 2178	-0.10358 0.0001 2178	0.00550 0.7977 2178	-0.02436 0.2558 2178	1.00000 0.0 2178	0.11444 0.0001 2178
DAP1	0.17629 0.0001 2178	-0.57026 0.0001 2178	-0.11048 0.0001 2178	-0.28205 0.0001 2178	0.11444 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178
GRUECO	-0.22159 0.0001 2178	0.26680 0.0001 2178	-0.02408 0.2613 2178	0.16299 0.0001 2178	-0.00464 0.8288 2178	-0.16729 0.0001 2178
CLUSTER	0.45258 0.0001 2178	-0.26006 0.0001 2178	-0.03721 0.0825 2178	-0.11155 0.0001 2178	-0.01701 0.4274 2178	0.31404 0.0001 2178
PENDIEN	0.04320 0.0438 2178	-0.02183 0.3085 2178	-0.03388 0.1140 2178	0.01496 0.4853 2178	-0.05961 0.0054 2178	0.00203 0.9245 2178
FORMAPEN	-0.05755 0.0072 2178	-0.03380 0.1148 2178	-0.02925 0.1724 2178	0.00061 0.9773 2178	0.08155 0.0001 2178	-0.00902 0.6739 2178
POSICPEN	0.05911 0.0058 2178	-0.03605 0.0925 2178	0.02361 0.2707 2178	0.01676 0.4342 2178	-0.05336 0.0128 2178	-0.01077 0.6154 2178
ABINI	0.08305 0.0001 2178	-0.05908 0.0058 2178	0.01026 0.6323 2178	-0.01355 0.5272 2178	-0.17134 0.0001 2178	0.03469 0.1055 2178

Sigue....
 Continuación....

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 2178

	GRUECO	CLUSTER	PENDIEN	FORMAPEN	POSICPEN	ABINI
IMA	-0.22159 0.0001 2178	0.45258 0.0001 2178	0.04320 0.0438 2178	-0.05755 0.0072 2178	0.05911 0.0058 2178	0.08305 0.0001 2178
ILUMI5	0.26680 0.0001 2178	-0.26006 0.0001 2178	-0.02183 0.3085 2178	-0.03380 0.1148 2178	-0.03605 0.0925 2178	-0.05908 0.0058 2178
FORMA5	-0.02408 0.2613 2178	-0.03721 0.0825 2178	-0.03388 0.1140 2178	-0.02925 0.1724 2178	0.02361 0.2707 2178	0.01026 0.6323 2178
CALIFUS5	0.16299 0.0001 2178	-0.11155 0.0001 2178	0.01496 0.4853 2178	0.00061 0.9773 2178	0.01676 0.4342 2178	-0.01355 0.5272 2178
LIANAS5	-0.00464 0.9288 2178	-0.01701 0.4274 2178	-0.05961 0.0054 2178	0.08155 0.0001 2178	-0.05336 0.0128 2178	-0.17134 0.0001 2178
DAPI	-0.16729 0.0001 2178	0.31404 0.0001 2178	0.00203 0.9245 2178	-0.00902 0.6739 2178	-0.01077 0.6154 2178	0.03469 0.1055 2178
GRUECO	1.00000 0.0 2178	-0.38247 0.0001 2178	-0.00123 0.9542 2178	0.01690 0.4304 2178	-0.00349 0.8708 2178	0.05339 0.0127 2178
CLUSTER	-0.38247 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.03692 0.0850 2178	-0.06736 0.0017 2178	0.02022 0.3456 2178	0.04880 0.0228 2178
PENDIEN	-0.00123 0.9542 2178	0.03692 0.0850 2178	1.00000 0.0 2178	0.07278 0.0007 2178	0.02080 0.3320 2178	0.11804 0.0001 2178
FORMAPEN	0.01690 0.4304 2178	-0.06736 0.0017 2178	0.07278 0.0007 2178	1.00000 0.0 2178	-0.28366 0.0001 2178	-0.03580 0.0949 2178
POSICPEN	-0.00349 0.8708 2178	0.02022 0.3456 2178	0.02080 0.3320 2178	-0.28366 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.13562 0.0001 2178
ABINI	0.05339 0.0127 2178	0.04880 0.0228 2178	0.11804 0.0001 2178	-0.03580 0.0949 2178	0.13562 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178

6d) Coeficientes de correlación de Spearman entre variables dasométricas y topográficas. Los Filos, Río San Juan, Nicaragua.

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 2178

	IMA	ILUMI5	FORMA5	CALIFUS5	LIANAS5	DAPI
IMA	1.00000 0.0 2178	-0.36992 0.0001 2178	-0.25812 0.0001 2178	-0.18704 0.0001 2178	-0.05465 0.0107 2178	0.22137 0.0001 2178
ILUMI5	-0.36992 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.16300 0.0001 2178	0.29899 0.0001 2178	-0.10858 0.0001 2178	-0.51852 0.0001 2178
FORMA5	-0.25812 0.0001 2178	0.16300 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.25759 0.0001 2178	0.01502 0.4835 2178	-0.09135 0.0001 2178
CALIFUS5	-0.18704 0.0001 2178	0.29899 0.0001 2178	0.25759 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	-0.03679 0.0861 2178	-0.24303 0.0001 2178
LIANAS5	-0.05465 0.0107 2178	-0.10858 0.0001 2178	0.01502 0.4835 2178	-0.03679 0.0861 2178	1.00000 0.0 2178	0.09054 0.0001 2178
DAPI	0.22137 0.0001 2178	-0.51852 0.0001 2178	-0.09135 0.0001 2178	-0.24303 0.0001 2178	0.09054 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178
GRUECO	-0.20278 0.0001 2178	0.25222 0.0001 2178	-0.02829 0.1870 2178	0.18832 0.0001 2178	-0.00116 0.9568 2178	-0.18675 0.0001 2178
CLUSTER	0.44227 0.0001 2178	-0.26226 0.0001 2178	-0.03628 0.0905 2178	-0.11792 0.0001 2178	-0.01771 0.4087 2178	0.32146 0.0001 2178
PENDIEN	0.03159 0.1405 2178	-0.02807 0.1903 2178	-0.05056 0.0183 2178	-0.00239 0.9113 2178	-0.07868 0.0002 2178	0.02402 0.2625 2178
FORMAPEN	-0.04322 0.0437 2178	-0.04117 0.0547 2178	-0.04459 0.0375 2178	-0.00067 0.9752 2178	0.08195 0.0001 2178	-0.01212 0.5718 2178
POSICPEN	0.07097 0.0009 2178	-0.03619 0.0913 2178	0.02953 0.1683 2178	0.01806 0.3994 2178	-0.05608 0.0088 2178	0.01830 0.3933 2178
ABINI	0.09472 0.0001 2178	-0.05724 0.0075 2178	0.02180 0.3092 2178	-0.02370 0.2689 2178	-0.14556 0.0001 2178	0.01544 0.4714 2178

Sigue...
Continuación...

Spearman Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 2178

	GRUECO	CLUSTER	PENDIEN	FORMAPEN	POSICPEN	ABINI
IMA	-0.20278 0.0001 2178	0.44227 0.0001 2178	0.03159 0.1405 2178	-0.04322 0.0437 2178	0.07097 0.0009 2178	0.09472 0.0001 2178
ILUMI5	0.25222 0.0001 2178	-0.26226 0.0001 2178	-0.02807 0.1903 2178	-0.04117 0.0547 2178	-0.03619 0.0913 2178	-0.05724 0.0075 2178
FORMAS	-0.02829 0.1870 2178	-0.03628 0.0905 2178	-0.05056 0.0183 2178	-0.04459 0.0375 2178	0.02953 0.1683 2178	0.02180 0.3092 2178
CALIFUSS	0.18832 0.0001 2178	-0.11792 0.0001 2178	-0.00239 0.9113 2178	-0.00067 0.9752 2178	0.01806 0.3994 2178	-0.02370 0.2689 2178
LIANASS	-0.00116 0.9568 2178	-0.01771 0.4087 2178	-0.07868 0.0002 2178	0.08195 0.0001 2178	-0.05608 0.0088 2178	-0.14556 0.0001 2178
DAP1	-0.18675 0.0001 2178	0.32146 0.0001 2178	0.02402 0.2625 2178	-0.01212 0.5718 2178	0.01830 0.3933 2178	0.01544 0.4714 2178
GRUECO	1.00000 0.0 2178	-0.38829 0.0001 2178	-0.00988 0.6451 2178	0.02539 0.2362 2178	0.00816 0.7034 2178	0.05177 0.0157 2178
CLUSTER	-0.38829 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.05300 0.0134 2178	-0.05832 0.0065 2178	0.01975 0.3569 2178	0.03823 0.0744 2178
PENDIEN	-0.00988 0.6451 2178	0.05300 0.0134 2178	1.00000 0.0 2178	0.07481 0.0005 2178	-0.00089 0.9667 2178	0.04170 0.0517 2178
FORMAPEN	0.02539 0.2362 2178	-0.05832 0.0065 2178	0.07481 0.0005 2178	1.00000 0.0 2178	-0.20958 0.0001 2178	-0.01508 0.4818 2178
POSICPEN	0.00816 0.7034 2178	0.01975 0.3569 2178	-0.00089 0.9667 2178	-0.20958 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178	0.12681 0.0001 2178
ABINI	0.05177 0.0157 2178	0.03823 0.0744 2178	0.04170 0.0517 2178	-0.01508 0.4818 2178	0.12681 0.0001 2178	1.00000 0.0 2178