

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

CATIE

**SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**ESTADO DE LA POBLACION ARBOREA Y DEL AREA FORESTAL AFECTADA
DESPUES DE UN APROVECHAMIENTO FORESTAL TRADICIONAL Vs. UN
APROVECHAMIENTO MEJORADO EN UN BOSQUE HUMEDO DE LA REGION
HUETAR NORTE DE COSTA RICA**

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

MAGISTER SCIENTIAE

POR

HENRY ANTONIO SARAVIA CRUZ

Turrialba, Costa Rica

1995

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

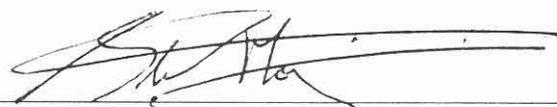
FIRMANTES:



Paul Martins, M. Sc.
Profesor Consejero



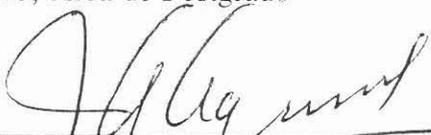
Pedro Ferreira, Ph. D.
Miembro Comité Asesor



Stewart Magginnis, M. Sc.
Miembro Comité Asesor



Pedro Ferreira, Ph. D.
Jefe, Area de Postgrado



Juan A. Aguirre, Ph. D.
Director, Programa de Enseñanza



Henry Saravia Cruz
Candidato

A LA MEMORIA DE MI MADRE
Clara Deminia Cruz Saballos

A Dios nuestro creador

A mi padre
José María Saravia Ocampo

A mis hermanos

A Sara, mi esposa, por su dedicación, comprensión y estímulo
A Chrystian y Henry Antonio, mis queridos hijos

A toda mi familia en general

AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Paul Martins, profesor consejero, quien dirigió este trabajo y de quien recibí apoyo incondicional y enseñanzas prácticas en el manejo sostenible y en la silvicultura de los bosques naturales tropicales.

Al Dr. Daniel Marmillod, miembro del comité asesor, por sus acertadas sugerencias durante la formulación y conclusión de este trabajo.

Al Dr. Pedro Ferreira, miembro del comité asesor, por sus consejos en estadística y dirección en la confiabilidad de las estimaciones de la presente investigación.

Al M.Sc. Stewar Maggines, miembro del comité asesor, por sus sugerencias prácticas durante el desarrollo del trabajo de campo y dirección final de los resultados.

Al Dr. Frank Wadsworth, por sus comentarios especiales y sugerencias silviculturales que estimularon la dirección final de la presente investigación.

Al Ing. Jonhy Méndez, por haber coordinado ejecutivamente el origen de la presente investigación en la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.

Al Lic. Alfonso Barrantes, director ejecutivo de la empresa forestal CODEFORSA, quien brindo el apoyo inicial para la ejecución de la presente investigación.

Al Sr. Hugo Brenes, programador del Proyecto Producción en Bosques Naturales, PBN/CATIE/RENARM, por el tiempo dedicado en la preparación de programas para el procesamiento de datos sobre estructura boscosa. Por su amistad.

Al Sr. Martín Artavia, por el tiempo dedicado a la identificación de géneros, familias y especies botánicas que formaron la composición florística del presente trabajo.

Al Sr. Jonhy Pérez, analista de datos del CATIE, por sus opiniones y tiempo dedicado en el análisis de datos de la presente investigación.

Al Proyecto PBN/CATIE/RENARM, por haberme otorgado la beca de estudios y por el patrocinio adicional necesario para la conclusión del trabajo. Agradezco a todo el personal técnico y administrativo. Gracias por su amistad.

Al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, MARENA de Nicaragua, por haberme brindado esta capacitación a través de la Dirección General Forestal. Hago extensivo agradecimiento al Director General Forestal del MARENA.

A mis compañeros del Programa de Maestría y especial a los de la promoción 94-95. Al personal docente del Programa de Recursos Naturales del CATIE.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTO | v |
| CONTENIDO | vi |
| RESUMEN | x |
| SUMMARY | xii |
| LISTA DE CUADROS | xix |
| LISTA DE FIGURAS | xvi |
| LISTA DE GRAFICOS | xvii |
| | |
| 1. INTRODUCCION | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 3 |
| 3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION | 4 |
| 4. REVISION DE LITERATURA | 5 |
| 4.1. Ecología del bosque húmedo tropical | 5 |
| 4.1.1. Patrones de comportamiento de las especies | 7 |
| 4.1.2. Efecto del disturbio en la estructura y regeneración del bosque húmedo | 9 |
| 4.1.3. Procesos de regeneración del bosque húmedo tropical | 10 |
| 4.1.4. La estructura horizontal del bosque natural | 11 |
| 4.2. Técnicas de muestreo | 14 |
| 4.2.1. Selección y delimitación del área de estudio | 16 |
| 4.2.2. Unidades de muestreo en el terreno | 17 |
| 4.2.3. Forma y tamaño de las unidades de muestreo | 17 |
| 4.2.4. Muestreo de la regeneración natural en el trópico | 18 |
| 4.3. Necesidad de información para la aplicación de tratamientos silviculturales | 20 |
| 4.3.1. Estudio de los procesos básicos | 21 |
| 4.3.2. Información previa para la aplicación de tratamientos silviculturales | 21 |
| 4.3.3. Información para el manejo | 21 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 4.4. | Características generales de los aprovechamientos forestales | 22 |
| 4.4.1. | Breve descripción del aprovechamiento forestal tradicional | 23 |
| 4.4.2. | Breve descripción del aprovechamiento forestal mejorado | 24 |
| 4.4.3. | Métodos de aprovechamiento forestal practicados en Costa Rica | 26 |
| 5. | MATERIALES Y METODOS | 28 |
| 5.1. | El área de estudio | 28 |
| 5.1.1. | Ubicación geográfica | 28 |
| 5.1.2. | Clasificación ecológica | 28 |
| 5.1.3. | Clima | 28 |
| 5.1.4. | Altitud | 30 |
| 5.1.5. | Topografía | 30 |
| 5.1.6. | Suelos | 30 |
| 5.1.7. | Hidrografía | 31 |
| 5.1.8. | Composición florística descrita por CODEFORSA | 31 |
| 5.2. | Aspectos generales de la investigación | 33 |
| 5.3. | Historial forestal de las unidades de bosque de Yucatán de Pital | 35 |
| 5.3.1. | Bosque primario no aprovechado ("TEST1995") | 37 |
| 5.3.2. | Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1989 ("TRAD1989") | 37 |
| 5.3.3. | Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1992 ("TRAD1992") | 38 |
| 5.3.4. | Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1994 ("TRAD1994") | 39 |
| 5.3.5. | Bosque primario con aprovechamiento mejorado en 1992 ("MEJO1992") | 40 |
| 5.3.6. | Bosque primario con aprovechamiento mejorado en 1994 ("MEJO1994") | 41 |
| 5.4. | Metodología de levantamiento | 42 |
| 5.4.1. | Diseño del muestreo | 42 |
| 5.4.1.1. | Sistema de muestreo | 42 |
| 5.4.1.2. | Intensidad del muestreo | 43 |
| 5.4.1.3. | Area total del muestreo | 43 |
| 5.4.1.4. | Tamaños de las unidades de muestreo | 45 |
| 5.4.1.5. | Trabajo de campo | 45 |

| | |
|---|-----------|
| 5.4.2. Evaluación del impacto del aprovechamiento forestal | 48 |
| 5.4.2.1. Evaluación del efecto del aprovechamiento sobre el área boscosa | 48 |
| 5.4.2.2. Evaluación del daño del aprovechamiento a los árboles remanentes | 50 |
| 5.4.2.2.1. Individuos dañados y códigos correspondientes | 50 |
| 5.4.3 Evaluación dendrométrica de la población arbórea | 54 |
| 5.4.3.1. Variables utilizadas en la estimación de la regeneración natural | 55 |
| 5.4.3.2. Variables utilizadas en la evaluación de los árboles ≥ 10 cm DAP | 55 |
| 5.5. Evaluación de tendencias en el tiempo de la población arbórea | 57 |
| 5.6. Estimación de parámetros estructurales relacionados con la población arbórea | 57 |
| 5.6.1. Riqueza florística | 57 |
| 5.6.2. Diversidad florística | 59 |
| 5.6.3. Índice de valor de importancia (I.V.I.) | 60 |
| 5.7. Análisis de la información | 61 |
| 5.7.1. Análisis descriptivo | 61 |
| 5.7.2. Análisis estadístico inferencial | 63 |
| 6. RESULTADOS Y DISCUSION | 65 |
| 6.1. Impacto del aprovechamiento forestal por tratamiento experimental | 65 |
| 6.1.1. Área boscosa afectada | 65 |
| 6.1.2. Caracterización del daño en los árboles y en el área basal remanente | 73 |
| 6.2. Caracterización estructural de la población arbórea | 79 |
| 6.2.1. Abundancia poblacional por tratamiento experimental | 79 |
| 6.2.1.1. Caracterización de la abundancia en la regeneración natural por tratamiento experimental | 80 |
| 6.2.2. Caracterización estructural de los árboles ≥ 10 cm DAP | 87 |

| | |
|--|-----|
| 6.2.2.1. Estructura y composición florística | 87 |
| 6.2.3. Evaluación de las condiciones de iluminación por tratamiento experimental | 102 |
| 6.3. Tendencias de desarrollo de la población arbórea | 111 |
| 6.4. Grado de ocupación de la población arbórea | 112 |
| 6.5. Distribución de la población arbórea por tipo de tratamiento experimental | 113 |
| 6.5.1. Abundancia y dominancia por tipo de tratamiento experimental | 114 |
| 6.6. Riqueza y diversidad florística de la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital | 115 |
| 6.7. Importancia ecológica de las especies | 117 |
| 6.8. Análisis estadístico en los tratamientos experimentales | 119 |
| 6.8.1. Análisis de varianza de la población arbórea | 119 |
| 7. CONCLUSIONES | 121 |
| 8. RECOMENDACIONES | 122 |
| 9. LITERATURA CONSULTADA | 123 |
| 10. ANEXOS | 126 |

SARAVIA CRUZ., H.A. 1995. Estado de la población arbórea y del área forestal afectada después de un aprovechamiento forestal tradicional vs. un aprovechamiento mejorado en un bosque natural húmedo de la región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 121p.

Palabras claves: Aprovechamiento tradicional, aprovechamiento mejorado, regeneración natural, área afectada, árboles dañados, condiciones de iluminación, estructura horizontal, composición florística, especies comerciales, densidad poblacional, grupo comercial, volumen comercial.

RESUMEN

Se efectuó un muestreo dendrométrico de la población arbórea con el objetivo de evaluar el efecto de dos métodos de aprovechamiento forestal (tradicional vs. mejorado), en función del tiempo (1, 3 y 6 años después del aprovechamiento), basándose en el número de individuos por categoría de tamaño, estado de viabilidad, condiciones de crecimiento y su potencial de producción, así como también en la proporción del área boscosa afectada por las operaciones del tipo de aprovechamiento.

Como dispositivos de evaluación, se utilizaron seis unidades de bosque que forman parte de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital, la cual se localiza en el Cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela. De las seis unidades de bosque, tres fueron aprovechadas bajo el método tradicional, dos fueron aprovechadas a través del método mejorado y una última unidad sin aprovechar, se utilizó como "testigo" contra la cual se hizo comparaciones.

Para cuantificar y valorar a la población arbórea y al área forestal afectada, un bloque experimental de 10 hectáreas fue ubicado en cada una de las seis unidades de bosque. Dentro de cada bloque, un muestreo sistemático restringido por tamaño de vegetación arbórea (brinzales, latizales y árboles), fue practicado con el objetivo de obtener información estadísticamente confiable sobre el estado actual de la población arbórea y sobre la proporción del área boscosa afectada.

Además de estimar la densidad poblacional y sus condiciones de iluminación, se evaluó el efecto del tipo de aprovechamiento forestal sobre el área de bosque y sobre el número de árboles remanentes ≥ 10 cm de DAP, en cada una de las unidades de bosque. Al mismo tiempo, se hizo un análisis de la composición florística en cada una de las seis unidades de bosque o bloques experimentales.

Los datos obtenidos fueron analizados usando operaciones descriptivas y pruebas paramétricas en el análisis estadístico (análisis de varianza, comparaciones múltiples, contrastes ortogonales, análisis de regresión y el procedimiento proc mixed, opción ramdon de SAS).

Los resultados sobre densidad poblacional comercial indican que en las unidades de bosques que fueron aprovechadas bajo el método mejorado, y en el bosque "testigo", los árboles ≥ 10 cm de DAP, mantienen una densidad actual aceptable, al relacionarlas con lo recomendado por Dawkins, (1961), sobre el grado de ocupación de individuos valiosos (comerciales), en el bosque. Al analizar la regeneración natural (brinzales y latizales), presentes en cada uno de los bloques,

se determinó que existe un número adecuado de individuos en cada uno de estos, según criterios sobre el grado de ocupación de Dawkins (1961) y de Hutchinson (1992).

Los resultados sobre el área afectada por el aprovechamiento forestal muestran que en promedio, los aprovechamientos tradicionales, llegan a afectar 58.9% del área total de bosque, mientras que los aprovechamientos mejorados, afectan solamente 28.6% del área total. En otras palabras, el área afectada con el aprovechamiento mejorado es aproximadamente la mitad (48.5%), de lo que se afecta cuando se hace el aprovechamiento en forma tradicional.

En relación al número de árboles dañados, los aprovechamientos tradicionales dañan en promedio 15.9% del total de árboles remanentes lo cual representa 14.7% del área basal total. En cambio, con el aprovechamiento mejorado únicamente 8.7% de los árboles remanentes son dañados, los que representan 7.5% del área basal total.

El daño sobre el número de árboles remanentes causado por el aprovechamiento mejorado es aproximadamente la mitad (54.6%), de lo causado por el aprovechamiento tradicional, en términos de área basal es 51.0% de lo dañado por el aprovechamiento tradicional.

El análisis de varianza indicó, que existen diferencias significativas (95%), entre bloques ó tratamientos experimentales al utilizar el número de individuos y el área basal como variables dependientes, lo cual fue confirmado con la prueba de comparación múltiple de Duncan. El análisis por contrastes ortogonales indicó que existen diferencias significativas (95%) y altamente significativas (99%), entre los tres tipos de tratamientos experimentales (testigo, tradicional, y mejorado). Los resultados sobre la estimación del error de muestreo, mostraron que para las variables abundancia [$N = \text{árboles/ha}$] y dominancia [$G = \text{m}^2/\text{ha}$] el área muestreada en los tres tipos de tratamientos experimentales resultó estar dentro de límites aceptables de error (95%).

Los resultados sobre composición florística señalan que en las 6 unidades de bosques, se lograron identificar 274 especies incluyendo la regeneración natural y los árboles a partir de 10 cm de DAP. Estas especies se distribuyeron en 157 géneros botánicos y 63 familias. Aproximadamente el 80% de las especies identificadas son de valor comercial. Sin embargo, la dominancia de especies está concentrada cuando mucho en 6 especies en cada una de las unidades de bosque.

La riqueza y diversidad florística en la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, fue determinada a través de la curva especie/área, lográndose estimar 116 especies por hectárea a partir de 10 cm de DAP y 18 especies por hectárea a partir de 60 cm de DAP. La diversidad florística a partir de 10 cm de DAP, indica que existe una relación, de 3 individuos/especie/ha a partir de 10 cm de DAP y de 2 individuos/especie/ha a partir de 60 cm de DAP.

Los resultados señalan que la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital todavía mantiene después del aprovechamiento forestal un excelente potencial productivo que la hacen exitosa para su manejo sostenible, esto, sin importar el método o tipo de aprovechamiento forestal. Sin embargo, los resultados claramente ilustran que los aprovechamientos mejorados sustancialmente reducen el área afectada por las operaciones del aprovechamiento y el daño causado en los árboles remanentes. Con la excepción de la unidad de bosque aprovechada bajo el método tradicional en 1994, todas las unidades de bosques necesitan un tratamiento silvicultural, sea una corta de mejora y/o una liberación para reducir el área basal entre 15 y 20 m^2/ha , y optimizar las tasas de crecimientos de los árboles residuales.

SARAVIA, CRUZ. H.A. 1995. Condition of the forest tree population and forested area after traditional vs. improved logging in a humid tropical natural forest in the Huetar Norte region of Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 121p.

Key Words: Traditional harvesting, improved harvesting, natural regeneration, affected area, affected trees, illumination, forest structure, floristic composition, commercial species, stocking, commercial groups, commercial volume.

SUMMARY

A dendrometric sampling of the tree population was carried out with the objective of evaluating the effects of two methods of forest harvesting (traditional vs. improved) one, three, and six years after the intervention, according to the number of trees, viability condition, saplings and seedlings found, the conditions under which they were growing, and their production potential, as well as the proportion of forest area affected by the different harvesting methods.

Six forest units located within the same vegetation life-zone, and within the Yucatán de Pital Forest Management Unit (FMU), were used for the study. This FMU is located in the Canton of San Carlos, in the province of Alajuela. Of these six units, three were harvested in the traditional manner, two were harvested with improved logging techniques, and the final unit was one that was not harvested and which served as the control against which comparisons were made.

In order to quantify and evaluate the tree population and the affected forest-area, an experimental block of ten hectares was located in each of the six forest units. In each of these blocks a systematic restricted sampling by vegetation size-class was undertaken, with the objective of obtaining statistically trustworthy information on the current state of the tree population and on the proportion of the forest area affected. In addition to estimating stocking levels and illumination conditions, an evaluation of the effects of each of the 2 different harvesting methods on forest area affected and on the remaining trees ≥ 10 cm dbh, was also carried out in each of the blocks. An analysis of the floristic composition of each experimental block was undertaken at the same time.

The data obtained was statistically analysed using parametric tests (analysis of variance, multiple comparisons, ortogonal contrasts, regression analysis and the "proc mixed, options ramdon" procedure of SAS).

Results indicate that the commercial stocking level (number of trees ≥ 10 cm dbh per hectare) within the forest units which were harvested with the improved methods, and within the control block, were sufficient and within the limits described by Dawkins (1961) as acceptable for commercial species. When analysing the natural regeneration (seedlings and saplings) present in each of the blocks, each was found to contain a

sufficient number of individuals, according to the levels described by Dawkins (1961) and Hutchinson (1992).

The results of the area affected by the harvesting operations showed that, on average, traditional logging affects 58.9% of the total forest area, whereas improved harvesting methods affect only 28.6% of the total area. In other words, improved logging methods affect only about half (48.5%) as much area as traditional logging.

In relation to the number of damaged trees, traditional logging affects on average 15.9% of the total number of remaining trees, representing 14.7% of the basal area remaining after logging. On the other hand, under improved harvesting methods, only 8.7% of remaining trees are damaged, representing 7.5% of the total basal area. In other words, improved logging methods damage only about half (54.6%) as many trees as traditional logging. In terms of basal area, the damage is only 51% of that caused by traditional logging.

The analysis of variance indicated highly significant differences between experimental blocks, when using number of trees and basal area as the dependent variables, which was confirmed by Duncan's test of multiple comparison. The analysis by orthogonal contrasts indicated significant differences and highly significant differences among the three types of experimental treatments (i.e., traditional harvesting, improved harvesting and unharvested control), when looking at number of tree numbers and basal area as dependent variables. The results of the estimates of sampling error showed that for abundance [$N = \text{trees/ha}$] and dominance [$G = \text{m}^2/\text{ha}$], the sampling area for all treatments was within acceptable limits of error [0.95].

Results of floristic composition showed that a total of 274 species (from seedlings to mature trees) were identified in the entire study area. These species were distributed among 157 genera and 63 families. Approximately 80% of the species identified are of commercial value.

Nevertheless, species dominance is concentrated in only 6 species in each forest unit. The species richness of the Yucatán de Pital FMU was determined from a species versus area curve and 116 species per hectare were found for trees greater than 10cm dbh. For trees greater than 60cm dbh, 18 species per hectare were found. Species diversity was estimated as 3 individuals/species/ha for trees greater than 10cm dbh and 2 individuals/species/ha for trees greater than 60 cm dbh.

The results clearly illustrate that improved logging methods substantially reduce the area affected by logging and the damage caused to residual trees. Nonetheless, results also indicate that the FMU still maintains an excellent productive potential after harvesting, regardless of harvesting method. With the exception of the forest unit harvested traditionally in 1994, all of the other five units need to be silviculturally treated with an improvement cut and/or liberation thinning in order to reduce the basal area to between 15 and 20 m^2/ha and optimize the growth rates of the residual trees.

LISTADO DE CUADROS

| | | |
|-----|---|-----|
| 1. | Características de métodos de aprovechamiento forestal practicados en las unidades de bosques de Yucatán de Pital. | 27 |
| 2. | Descripción de las unidades de bosques (tratamientos experimentales) en la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital. | 34 |
| 3. | Distribución de la intensidad de muestreo por categoría de tamaños de vegetación. | 44 |
| 4. | Códigos para evaluar y/o describir el daño en árboles remanentes ≥ 10 cm DAP. | 53 |
| 5. | Categorías de tamaño de la vegetación evaluadas en la población arbórea de Yucatán de Pital. | 54 |
| 6. | Información obtenida durante el muestreo del área afectada | 65 |
| 7. | Area boscosa afectada por las operaciones del método de aprovechamiento forestal para cada una de las unidades de bosque | 69 |
| 8. | Evaluación del daño del aprovechamiento forestal sobre los árboles y el área basal remanente | 73 |
| 9. | Evaluación del aprovechamiento forestal por tipo de daño | 74 |
| 10. | Distribución del número de individuos por categoría de tamaño | 79 |
| 11. | Abundancia y dominancia por tratamiento experimental | 90 |
| 12. | Distribución de la calidad de iluminación en el bosque primario no aprovechado : "TEST1995" | 102 |
| 13. | Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1989 : "TRAD1989" | 104 |
| 14. | Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1992 : "TRAD1992" | 105 |
| 15. | Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1994 : "TRAD1994" | 107 |
| 16. | Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento mejorado en 1992 : "MEJO1992" | 108 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 17. | Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento mejorado en 1994 : "MEJO1994" | 109 |
| 18. | Distribución del número de individuos por tipo de tratamiento experimental | 114 |
| 19. | Número de individuos y área basal por tipo de tratamiento experimental | 114 |

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación general del área de estudio. Se señala la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica. 29
2. Ubicación específica de los seis bloques experimentales dentro de cada unidad de bosque en la Unidad de Manejo de Forestal de Yucatán de Pital. 36
3. Orientación del bloque experimental y ubicaciones de las parcelas de muestreo en cada unidad de bosque. 47

LISTADO DE GRAFICOS

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1989. | 67 |
| 2. | Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1992. | 67 |
| 3. | Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1994. | 67 |
| 4. | Situación del bosque después del aprovechamiento mejorado de 1992. | 68 |
| 5. | Situación del bosque después del aprovechamiento mejorado de 1994. | 68 |
| 6. | Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional de 1989. | 71 |
| 7. | Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional de 1992. | 71 |
| 8. | Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional de 1994. | 71 |
| 9. | Factores de disturbios - Aprovechamiento mejorado de 1992. | 72 |
| 10. | Factores de disturbios - Aprovechamiento mejorado de 1994. | 72 |
| 11. | Caracterización del daño producido por el aprovechamiento tradicional de 1989, 1992 y 1994. | 76 |
| 11.a. | Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1989. | 76 |
| 11.b. | Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1992. | 76 |
| 11.c. | Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1994. | 77 |
| 12. | Caracterización del daño producido por el aprovechamiento mejorado de 1992 y 1994. | 78 |
| 12.a. | Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento mejorado de 1992. | 78 |
| 12.b. | Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento mejorado de 1994. | 78 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 13. | Abundancia de brinzales por grupo comercial para cada tratamiento experimental. | 81 |
| 14. | Abundancia de especies por grupo comercial para la categoría de tamaño brinzal. | 82 |
| 15. | Abundancia de brinzales por grado de calidad de iluminación por tratamiento experimental. | 83 |
| 16. | Abundancia de latizales por grupo comercial para cada tratamiento experimental. | 84 |
| 17. | Abundancia de especies por grupo comercial para la categoría de tamaño latizal. | 85 |
| 18. | Abundancia de latizales por clase de calidad de iluminación. | 86 |
| 19. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Bosque primario no intervenido en 1995. | 87 |
| 20. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Aprovechamiento tradicional de 1989. | 92 |
| 21. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Aprovechamiento tradicional de 1992. | 92 |
| 22. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Aprovechamiento tradicional de 1994. | 95 |
| 23. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Aprovechamiento mejorado de 1992. | 96 |
| 24. | Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Aprovechamiento mejorado de 1994. | 96 |
| 25. | Distribución del número de árboles (N/ha), por grupo comercial en cada unidad de bosque o tratamiento experimental. | 99 |
| 26. | Distribución del área basal (m ² /ha), por grupo comercial en cada unidad de bosque o tratamiento experimental. | 100 |
| 27. | Distribución del número de especies por grupo comercial para cada unidad de bosque o tratamiento experimental. | 101 |
| 28. | Iluminación de árboles deseables en el tratamiento testigo Bosque primario no intervenido : "TEST1995". | 103 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 29. | Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "TRAD1989". | 105 |
| 30. | Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "TRAD1992". | 106 |
| 31. | Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "TRAD1994". | 107 |
| 32. | Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "MEJO1992". | 119 |
| 33. | Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "MEJO1994". | 110 |
| 34. | Curvas de desarrollo - Aprovechamiento tradicional 1989, 1992 y 1994. | 111 |
| 35. | Curvas de desarrollo - Aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994. | 112 |
| 36. | Grado de ocupación de árboles comerciales en los diferentes tratamientos experimentales. | 113 |
| 37. | Familias de curvas especies/área en la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital. | 116 |
| 38. | Familias de curvas cociente de mezcla/área para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital. | 116 |
| 39. | Distribución porcentual del I.V.I. en la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital. | 117 |

1. INTRODUCCION

En Costa Rica muchas de las instituciones dedicadas al manejo de bosques naturales latifoliados, han mostrado tener interés en tratar de estimar y valorar la posibilidad que estos bosques presentan para su autoregeneración y desarrollo estructural arbóreo antes y después de su aprovechamiento forestal.

Cuantificar y evaluar el estado estructural, las condiciones de crecimiento y la composición florística de la población arbórea, posiblemente sea la parte biológicamente más interesante para el manejo inicial y posterior que pueda aplicarse a un bosque en particular. Sin embargo, en muchas ocasiones, la evaluación de estos parámetros queda omiso en la planificación de un plan de manejo y por consiguiente en la aplicación del aprovechamiento del bosque, siendo el resultado final poco halagador años después de su ejecución. Ante este hecho, es importante tomar siempre en cuenta que los cambios causados al bosque por las operaciones del método de aprovechamiento forestal (daños a árboles remanentes, superficie boscosa afectada, estado de viabilidad de individuos y condiciones de crecimiento), pueden en algunos casos ocasionar efectos muy drásticos en la estructura, composición y desarrollo de la población arbórea.

Según Ploncsak (1993), un aprovechamiento forestal puede ocasionar daños a los árboles potencialmente de futura cosecha, hasta en un 37.2%. Si esta proporción de árboles dañados llegara a morir, posiblemente la estructura del bosque reflejaría esto y cambiaría significativamente a una estructura diamétrica irregular alterada¹. Sin embargo, para evitar este impacto es importante considerar en las operaciones de apeo y arrastre, criterios silvícolas de cuidados como la tala dirigida y previniendo la penetración del tractor forestal hasta el tocón del árbol a ser arrastrado, halando la (s) troza (s) con el wincher desde los caminos forestales.

¹ En el presente estudio, una estructura diamétrica irregular alterada es considerada como aquella en donde existe la posibilidad de encontrar clases diamétricas parcial o totalmente vacías en su distribución.

Para Anaya (1986), los métodos de cosechar el bosque son un factor importante para asegurar o no un rendimiento sostenible, ya que el aprovechamiento forestal constituye en sí una actividad silvicultural muy fundamental para el manejo posterior del bosque.

En la región tropical y específicamente en América Latina, dos métodos de aprovechamiento forestal son los más comúnmente practicados: El Tradicional y El Mejorado. En la mayoría de los casos, cuando se aplica el aprovechamiento tradicional, se extraen del bosque solamente los árboles de mayor calidad y muchas veces de pocas especies sin respetar los diámetros mínimos de cortas (DMC); dejando al bosque remanente con una proporción significativa de individuos dañados, en mal estado fitosanitario y con deficiencias de formas en sus troncos, lo mismo que una superficie boscosa altamente afectada por las operaciones de un aprovechamiento forestal poco planificado. En cambio, un aprovechamiento mejorado reduce sustancialmente los daños causados por la extracción, dejando al bosque en buenas condiciones para permitir su manejo forestal en forma natural e indefinida (Castañeda, et. al., 1994).

será 1993?

Según COSEFORMA (1995), de la planificación del aprovechamiento forestal, depende en gran medida que la estructura del bosque - después del aprovechamiento - se encuentre en condiciones favorables que permitan una segunda fase de aprovechamiento, garantizando siempre la producción de madera en forma sostenible. Ante este hecho, se hace imprescindible la necesidad de conocer con cierta precisión la capacidad de regeneración de los bosques primarios basados en su dinámica y estructura poblacional.

En la presente investigación, se evaluó el impacto de dos métodos de aprovechamiento forestal (Tradicional vs. Mejorado), en función del grado de viabilidad de los árboles de futura cosecha y del estado del área boscosa afectada por las operaciones, se analizó la estructura del bosque, se cuantificaron las condiciones de crecimiento de la población arbóreas y se determinó su composición florística. El estudio se desarrolló en seis (6) unidades de bosque o "tratamientos experimentales", ubicadas en la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Cuantificar y valorar para producción futura, el estado de desarrollo de la población arbórea y del área boscosa afectada por las operaciones del método de aprovechamiento forestal (Tradicional vs. Mejorado), en un bosque húmedo primario ubicado en la Región Huetar Norte de Costa Rica.

2.2. Objetivos Específicos:

- 2.2.1. Evaluar el impacto de dos métodos de aprovechamiento forestal (Tradicional vs. Mejorado), basados en el daño causado a los árboles de futura cosecha y al área boscosa afectada por las operaciones.
- 2.2.2. Confirmar que el aprovechamiento mejorado o de bajo impacto deja al bosque en mejores condiciones de crecimiento que el aprovechamiento tradicional.
- 2.2.3. Analizar la estructura del bosque y el grado de iluminación de los árboles de futura cosecha para determinar la necesidad de aplicar tratamientos silviculturales.
- 2.2.4. Cuantificar el estado actual de la regeneración natural en cada unidad de bosque para verificar si existen suficientes individuos comerciales que aseguren las futuras cosechas.
- 2.2.5. Determinar la composición florística en la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital y su importancia actual para definir futuros planes de aprovechamiento forestal.

3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACION

En la presente investigación se requiere comprobar las siguientes hipótesis:

- 1 - El aprovechamiento mejorado causa menos impacto en la superficie boscosa y en los individuos remanentes que el aprovechamiento tradicional.

- 2 - En las unidades de bosques evaluadas con aprovechamiento mejorado y en el bosque testigo, el número de individuos valiosos o comerciales se encuentran dentro de los límites del grado de ocupación de Dawkins² que en el caso de los aprovechamientos tradicionales.

² El grado de ocupación de Dawkins (1961), es un indicador que sugiere, que un bosque estaría exento de riesgos si existen, después del aprovechamiento un número adecuado de individuos comerciales por clase de tamaño vegetal. Donde las principales especies deberían estar representadas equitativamente entre el número de individuos requeridos, con el fin de evitar la pérdida genética.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1. Ecología del bosque húmedo tropical

Existen diferentes tipos de bosques húmedos tropicales que presentan condiciones divergentes tanto a nivel edáficas como microclimáticas en América del Sur, América Central, África y Asia (Lamprecht, 1990). Así mismo, a cada uno de estos tipos de bosques corresponden variaciones diferentes de medio ambiente, de estructura y composición, así como de perturbaciones a corto o largo plazo (Huek, 1978; Handley and Landy, 1983). Según Lamprecht (1967), la estructura, composición y ciclo de vida de los bosques tropicales son más complicados y complejos que aquellos de las forestas de otras latitudes.

Según Budowski (1981), un bosque húmedo tropical típico en condiciones de drenaje apropiado deberá mostrar el siguiente aspecto: una gran diversidad de especies de árboles con diferentes formas de crecimiento, sin estratos definidos, pudiéndose generalmente encontrar más de 100 especies diferentes de árboles por hectárea, donde las interacciones entre plantas son muy complejas y a veces específicas. En este sentido, Lamprecht, (1964), citado por Becerra (1972), indica que cada bosque tropical húmedo tiene característica y estructura propia que lo hacen diferentes de bosques de otras latitudes y que a menudo presentan las siguientes características:

- 1 - Existe un equilibrio biótico estable (clímax), el cual asegura su sobrevivencia en idénticas condiciones (composición, estructura, y producción por tiempos definidos);
- 2 - La masa forestal difiere mucho de un lugar a otro en cuanto a cantidad, calidad y composición florística;
- 3 - Son muy heterogéneos (de 30 - 60 especies/hectárea cuanto menos);

- 4 - Pocas especies tienen actualmente valor comercial (0-20% según tipo de bosque), y por consiguiente la cantidad aprovechable de madera por unidad de superficie es reducida.

De acuerdo a las características recién señaladas, los bosques tropicales húmedos presentan un mosaico de eventos biológicos y fisiográficos muy diferenciados entre uno y otro, lo cual los confiere en un ecosistema verdaderamente complejo. Sin embargo, lo que se afirma en la última característica sobre las pocas especies sin valor comercial, actualmente casi no tiene vigencia al menos para los bosques tropicales húmedos de la Región Huetar Norte de Costa Rica, pues en estos bosques, el 80%³ de las especies maderables se comercializan.

En el otro ámbito ecológico, Clark y Clark, (1987), mencionan que en los bosques tropicales existen diversas estrategias biológicas de las especies a las exigencias de luz. Efectivamente, estudios realizados por varios autores (Hartshorn, 1980; Brokaw, 1985; Denslow, 1980; Whitmore, 1982; Swaine & Hall, 1983), han demostrado que existen diferentes plantas que requieren un hábitat abierto y alto grado de iluminación solar para su germinación y crecimiento y otras especies que toleran la sombra o que la requieren en los primeros estadios de su vida al menos cuando jóvenes.

La intolerancia a la sombra ("heliofitismo") ó la tolerancia a la sombra ("esciofitismo"), son las dos estrategias básicas con las que, las especies arbóreas han evolucionados ante la gradiente luz. Sin embargo, las especies esciófitas son tolerantes a la sombra solo en un sentido limitado; éstas en última instancia dependen de un claro para alcanzar su madurez (Vázquez y Orozco, 1987). Esto es afirmado por Clark y Clark (1987), al indicar que la mayoría de los árboles que alcanzan el dosel de los bosques tropicales húmedos requieren de la existencia de una apertura en el dosel para que puedan regenerarse.

3 Se refiere a datos de composición florística estimados en el presente estudio.

A partir de características contrastantes entre las especies heliófitas y esciófitas, se ha generalizado que especies que comparten determinadas características puedan acercarse más a un gremio ó grupo ecológico, tal como puede interpretarse de algunas generalizaciones hechas por Whitmore (1984), y Swaine y Whitmore (1988).

4.1.1. Patrones de comportamiento de las especies

Budowski (1966, 1985), históricamente señala que en la región Centroamericana y de México, muchas de las especies valiosas, se habrían instalado gracias a la apertura de la cubierta forestal causadas por las intervenciones del hombre precolombino (prácticas agrícolas). Basados en este argumento, Swaine y Whitmore (1988), han propuesto una división simple de especies de árboles en dos grupos ó gremios; "pioneros" y "no pioneros" (o clímax), basados en la germinación de semillas y establecimiento de plantulas en diferentes claros y condiciones de crecimientos.

Algunos autores, en años anteriores (Lamprecht, 1962; Finol, 1972; Danoso et. al., 1982), han afirmado que, hacia el clímax, las especies dominantes con escasa ó sin regeneración desaparecerán del bosque. Sin embargo, autores como Hartshorn (1980), demuestran que las especies exigentes a la luz tienen una estrategia de regeneración que asegura su permanencia en el bosque clímax.

En cuanto a proporción de especies heliófitas y esciófitas, en el bosque tropical, Pires y France, (1977), citados por Hartshorn (1980), aseguran que el bosque maduro de la Amazonía brasileña contiene siempre una mezcla de especies esciófitas y heliófitas con escasa regeneración natural. Sin embargo, Knight (1975), mediante la aplicación de un muestreo en un bosque tropical en Panamá encontró la misma proporción de especies heliófitas y esciófitas en un bosque joven y en un bosque viejo o maduro con adecuada representación de regeneración natural.

Los estudios recientes sobre regeneración de árboles en el trópico, se han concentrado en los gradientes de disponibilidad de luz, particularmente en relación con la respuesta de las diferentes especies a claros de diferentes tamaños (Fetcher et al., 1987). Muchas clasificaciones y definiciones de gremios están basadas en los requerimientos de claros de diferentes tamaños para la germinación y establecimiento de las diferentes especies, como las de Hubbell y Foster (1987).

Sin embargo, Clark y Clark (1987), sugieren que al contrario de enfocar la necesidad de un claro, es más provechoso identificar los factores ambientales específicos que influyen en la regeneración de una especie. Estos podrían ser la intensidad de luz, la calidad de luz, el nivel de competencia de raíces, la textura del suelo y la evasión a depredadores o patógenos. Según Clark y Clark (1992), para entender la regeneración de árboles tropicales, los siguientes pasos son necesarios:

- 1 - Evaluación de los requerimientos para germinación de plantulas y su establecimiento.
- 2 - Estudio de todas las clases de tamaño juvenil.
- 3 - Evaluaciones del desempeño en condiciones de micrositio sobre el ámbito de sitios ocupados por las especies.
- 4 - Observaciones de largo plazo, particularmente para el análisis de sobrevivencia y dinámica de microhabitat.
- 5 - Comparación de especies en el mismo bosque.

4.1.2. Efecto del disturbio en la estructura y regeneración del bosque.

El proceso de disturbación promueve una dinámica activa de regeneración de especies, que a través del cual surge un panorama espontaneo en el que las interacciones de especies ocurre bajo un escenario ambiental que cambia de lugar en lugar y de tiempo en tiempo. El problema radica en sí la regeneración natural establecida es la deseada, ya que a menudo los intereses económicos difieren de los ecológicos (Leslie, 1987).

En la mayoría de los bosques húmedos tropicales, un análisis estructural de la comunidad arbórea da como resultado general la presencia de un alto número de especies, la mayoría de ellas representadas por densidades poblacionales extremadamente bajas (Martínez-Ramos, 1989). Por ejemplo, una hectárea de bosque en la región de los Tuxtlas, México, contiene alrededor de 120 especies arbóreas (con diámetro ≥ 1 cm de DAP). Sin embargo, más del 50% de ellas presentan densidades medias de menos de 1 individuo/ha (Bongers et. al., 1987). Esta situación no es exclusiva, al menos en lo que se refiere a la riqueza de especies, y ha motivado a pensar que bajo la ausencia de factores físicos que restrinjan el crecimiento y/o reproducción de las especies durante alguna época al año, las interacciones biológicas han sido el motor principal del mantenimiento y generación de la alta diversidad en los trópicos (Hutchinson, 1959; Ashton 1969; Jansen, 1970, Connel, 1971).

La mayoría de los árboles del dosel superior, tanto seniles como jóvenes que caen al piso del bosque producto de influencias humanas o naturales producen claros en el dosel y a través de estos se presentan modificaciones en el microambiente interno, aumentando la disponibilidad de luz y produciéndose posiblemente un influjo de nutrientes y disponibilidad de agua en el suelo. Tales pulsos de energía y materiales estimulan el crecimiento y/o sobrevivencia de plántulas y juveniles de la mayoría de las especies arbóreas (Hartshorn, 1978; Brokaw, 1958; Bazar, 1984; Dirzo, 1984). El tamaño de los claros y su consecuente impacto microambiental varía con el tipo de caída, la forma de

la caída, la fisionomía del árbol que cae y la estructura de la vegetación circundante e interna al claro. Considerando estas variables, las posibilidades combinatorias de producir claros y escenarios microambientales diferentes son muy numerosas y parecen variar de bosque a bosque (Martínez-Ramos, 1988).

A nivel de bosques no perturbados por las fuerzas del hombre o por fenómenos naturales (huracanes, incendios tormenta eléctricas etc.), se sabe que claros pequeños menores a 100 m², producidos por la caída de ramas, se forman con mucha más frecuencia que claros mayores a este tamaño, provocados por la caída de árboles completos. Este es un patrón consistente entre sitios, así como entre años (Martínez-Ramos, 1988). Sin embargo, este patrón tiene un amplio margen de variación temporal y espacial, aún dentro de un mismo bosque.

4.1.3. Procesos de regeneración del bosque

Los procesos de regeneración del bosque se basan en la dinámica de claros que son aperturados en el dosel ya sea de forma natural o por la intervención del hombre. Un indicador de la importancia de los claros en la dinámica del bosque es la proporción de las especies existentes que dependen de diferentes tipos de claros para conseguir su regeneración exitosa (Quevedo, 1990).

Recientemente, la atención ha sido dirigida principalmente al *nicho de regeneración* (Grubb, 1977) Cf. (Clark y Clark, 1987), como la fuente de mecanismos que podrían promover la coexistencia de muchas especies de árboles en el bosque.

En un estudio realizado en la estación biológica "La Selva" (Hartshorn, 1980), se encontró que casi la mitad de las especies del bosque maduro requieren de aperturas para regenerarse exitosamente, y más de 2/3 de las especies del dosel superior e inferior no toleran la sombra. Además, se ha sugerido que las especies se distinguen por el

tamaño del claro y el micrositio dentro del claro donde pueden regenerarse (Hartshorn, 1978; Whitmore, 1974; Denslow, 1980; Bazzaz, 1984). Una extensión implícita de este argumento es que tal diferenciación de nichos basada en la dinámica de claros aumenta el número de especies de árboles que pueden coexistir en un bosque (Clark y Clark, 1987). Efectivamente, Knight (1975), en un estudio hecho en Barro Colorado, Panamá, informa sobre la importancia de los claros para la regeneración de muchas especies del bosque primario. Sin embargo, Vásquez-Yanes (1980), afirma que la formación de claros en el bosque maduro posibilita la supervivencia de las especies pioneras nómadas que en muchos de los casos no son las deseadas.

4.1.4. La estructura horizontal del bosque natural

Según Lamprecht, (1962), a través de la estructura del bosque, es posible conocer su dinámica y el temperamento de las especies y que los resultados de los análisis permiten deducciones importantes acerca del origen, las características ecológicas y sinecológicas, el dinamismo, y las tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales.

El termino "estructura" es empleado para definir diversos contextos: distribuciones diamétricas, alturas totales, distribuciones espaciales de los árboles y especies, distribución del área basimétrica en clases diamétricas, diversidad florística y asociaciones (Rollet, 1980).

Para que un estudio estructural del bosque tenga validez, es necesario seleccionar adecuadamente el tamaño de la muestra a evaluarse, es decir un área mínima representativa del rodal. El área mínima es aquella que por debajo de la cual, toda la comunidad no puede expresarse como representativa (Matteucci y Colma, 1982). Estos autores señalan que la curva especie/área del rodal proporciona, en parte, la información para detectar a que tamaño de área el incremento de nuevas especies no es más significativo. Para hacer dicha estimación, existen diferentes procedimientos, siendo uno

de los cuales, el tomar una unidad pequeña y contar el número de especies presentes en ésta, luego se duplica la superficie de la unidad anterior y se cuenta el número de especies nuevas que aparecen; se repite la operación hasta que el número de especies nuevas disminuyen al mínimo. Otra técnica consiste en colocar cuadrados al azar de distintos tamaños y luego contar las especies en cada cuadrado, obteniendo así resultados independientes (Matteucci y Colma, 1982).

En la actualidad, son escasas las informaciones disponibles sobre el tamaño que deben tener las muestras para que sean representativas de los procesos dinámicos que ocurren en un tipo de bosque determinado, especialmente en lo relacionado con las primeras fases de su desarrollo (Lamprecht, 1990). Se entiende por tamaño de muestra al número de unidades de muestreo necesarias, para que en su conjunto, representen una muestra de la población. ¿Que tan grande necesitamos que sea la muestra?. La respuesta a ésta pregunta está en la precisión que deseamos, el método de muestreo seleccionado y la forma y tamaño de las unidades de muestreo (Snedecor y Cochran, 1967). Usualmente, el tamaño de la muestra será definido acorde a la precisión que se requiere en el estudio. Autores como Veillon (1963), Lamprecht (1964), Finol (1971, 1975), consideran como área representativa una hectárea para los estudios estructurales de la vegetación en Venezuela. En todo caso, el tamaño mínimo de la muestra dependerá en gran parte de la homogeneidad del bosque, de las variaciones del suelo, de la pendiente y de los propósitos de la investigación a ser analizada.

Marmillod (1982), citado por Lamprecht (1990), al investigar esta problemática en la selva amazónica del Perú, obtuvo los siguientes resultados:

- 1 - En investigaciones sobre la dinámica del bosque, debe fijarse como unidad mínima continua de muestra 1 hectárea.

- 2 - Para obtener una imagen completa de la composición florística de todo el bosque, del comportamiento ecológico y biocenótico de las especies arbóreas, así como de los procesos de desarrollo y regeneración, se requiere para el muestreo por lo menos un área total de 3 - 5 hectáreas.

Sin embargo, a causa de la gran cantidad de trabajo requerido, Lamprecht (1990), menciona que en la práctica habrá que conformarse a menudo con tamaños de muestras de menor superficie. El mismo autor indica que, al menos para los tipos de bosques húmedos, el tamaño mínimo de la muestra no debe ser menor de 1 hectárea.

Se pueden aplicar varios criterios para decidir el tamaño de la muestra. En algunos estudios se ha utilizado la relación entre la superficie muestreada y la superficie total, escogiéndose como tamaño de muestra un porcentaje de la superficie total (Matteucci y Colma, 1982).

Los estudios fitosociológicos se llevan a cabo en función de la composición de atributos ó caracteres de la vegetación. Los atributos son las distintas categorías de plantas, donde las comunidades ecológicas están diferenciadas y caracterizadas unas a otras por la presencia de ciertas categorías, ausencia de otras y por la abundancia relativa o cantidad de cada una de ellas (Matteucci y Colma, 1982). La caracterización de los atributos se refiere básicamente a la clasificación de aspectos florísticos y dasonómicos estructurales.

Matteucci y Colma (1982), definen las variables como las estimaciones del promedio de las expresiones de abundancia de los atributos, que describen el comportamiento, rendimiento, abundancia o dominancia de las categorías vegetales en la comunidad. Las variables y atributos que se analizan, en general, en el estudio estructural del bosque son: frecuencia, dominancia, abundancia, composición florística, área basal, estructura diamétrica, y posición sociológica entre otros.

Finol (1971), considera el estudio estructural del bosque a partir de una estructura horizontal que comprende la frecuencia, dominancia y abundancia y de una estructura vertical que comprende la posición sociológica de las especies y su regeneración.

Curtís y Mc Intosh (1951), plantean relacionar las variables frecuencia + dominancia + abundancia para determinar el peso fitosociológico de cada especie en el rodal. Estas variables son las definidas en la estructura horizontal por Finol (1971), criterio introducido en Venezuela por Lamprecht (1962) y en Brasil por Caín et.al, (1956).

Este valor (parámetro), determinado ha sido denominado como Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), y el mayor argumento de su aplicación sería en el de combinar estos datos (abundancia, frecuencia y dominancia) y lograr una expresión sencilla que conjugue todo el espectro estructural del peso fitosociológico (Quevedo, 1986). En todo caso, "los índices de importancias" permiten comparar el valor ecológico de las especies dentro de un mismo bosque, y no así de bosque a bosque, donde sería necesario que los métodos de levantamiento y evaluación hayan sido los mismos para que puedan ser comparables.

4.2. Técnicas de muestreo

Por estar las comunidades vegetales constituidas por un conjunto variable de especies con mayor o menor grado de interrelación y con abundancia variable, desde comunes hasta raras, y dado que la mayoría de los estudios fitosociológicos se basan en la comparación de censos florísticos provenientes de muestras de las comunidades que se estudian, es importante conocer algunas de las características de la vegetación vinculadas al patrón espacial de las especies y a su distribución de frecuencias. Estas consideraciones intervienen en las decisiones acerca del muestreo y en la interpretación de los resultados (Matteucci y Colma , 1982).

En la mayoría de los estudios de vegetación, no es operativo enumerar y medir todos los

individuos de la población, por ello, hay que realizar muestreos de la misma y estimar el valor de los parámetros de la población (Hutchinson, 1993). Aún, si fuera posible localizar y medir todos los individuos de la población, en cuyo caso se obtendría el valor del parámetro y no su estimación, la información obtenida no sería mucho más útil ni más significativa que la derivada de un muestreo, bien diseñado y ejecutado. La validez, e importancia de los datos observados en una población dependen del método de muestreo seleccionado para el mismo (Freese, 1962).

Hutchinson (1993), indica que un inventario al 100% no es muy común. Por lo general, se efectúa un inventario a través del muestreo. En otras palabras, el área del bosque a ser estudiada concretamente es nada más que una porción de la totalidad. El punto clave es, decidir la forma y el tamaño de dicha porción, para que su representatividad en los parámetros importantes sean abarcados dentro de los límites de confiabilidad estadística aceptable.

Cuando se procede a realizar un muestreo, se deben seguir sistemáticamente, los siguientes pasos:

- a) Delimitación del área en estudio.
- b) Determinación del método de muestreo.
- c) Elección del tamaño de la muestra apropiado.
- d) Forma y tamaño de las unidades de muestreo.
- e) Fijación de un límite para el error de estimación.

Todos los métodos de muestreo descritos en las diversas literaturas, tienen su origen y raíz en el muestreo aleatorio simple. El principio de este método, es que todos los individuos de una población sometida a muestreo tienen la misma probabilidad de ser seleccionados (Freese, 1962). Sin embargo, los métodos más comunes y más usados en estudios de comunidades vegetales son; el preferencial, aleatorio, sistemático,

sistemático estratificado o aleatorio restringido (Freese, 1962; Matteucci y Colma, 1982). Una muestra sistemática estratificada es entonces obtenida mediante la separación de los individuos de la población en grupos que no presenten traslapes, llamados comúnmente estratos, y la selección posterior de un tamaño de muestra igual o variable identificará a cada estrato (Scheaffer et. al., 1986). En todo caso, el muestreo sistemático, permite detectar las variaciones espaciales en la comunidad (Matteucci y Colma, 1982).

Cuando dividimos la zona de estudio en bloques iguales y en cada bloque tomamos un número igual de muestras sistemáticamente, estamos usando el "**muestreo sistemático restringido**" (Matteucci y Colma, 1982). Algunos de estos modelos de muestreo son más rigurosos que otros y su selección depende del nivel de detalle que exija el estudio, lo que guarda relación directa con el objetivo del mismo y con los métodos y técnicas que se emplearán en el análisis posterior.

4.2.1. Selección y delimitación de la zona de estudio

Los criterios para seleccionar y delimitar una zona de estudio, varían desde los de índole administrativo hasta los de carácter ambiental o vegetacional. Cualquiera que sea el criterio de selección debe expresarse claramente, puesto que los resultados y conclusiones solo serán aplicables a la zona delimitada (Matteucci y Colma, 1982). Es decir si se requiere estudiar la vegetación de una zona, por ejemplo los bosques húmedos de relieve variable de la zona norte de Costa Rica, el muestreo se restringirá a esta situación topográfica y los resultados y conclusiones no podrán extenderse a otras localidades, aún cuando la composición florística parezca similar.

Cuando se selecciona una zona, se asume que la comunidad es homogénea (Melo, 1993). Sin embargo, el tamaño de la zona de estudio puede ser seleccionado arbitrariamente por el investigador, la cual, tendrá que ser lo suficientemente

representativa para incluir las especies comunes y raras que ocurren en la comunidad (Causton, 1988).

4.2.2. Unidades de muestreo en el terreno

En la planificación de un inventario forestal, el objetivo real debe ser lograr un número adecuado de parcelas (en función de la variabilidad del recurso), en vez de intentar una intensidad de muestreo predeterminada (en base al área por ejemplo), que resulte con estimaciones pocas halagadoras (Hutchinson, 1993). Según el mismo autor para poblaciones grandes, el tamaño de la muestra es mucho más importante que la intensidad del muestreo. Cita un ejemplo, en dos bosques, uno de 20,000 hectáreas y el otro de 50,000 hectáreas pero cada uno con el mismo nivel de variabilidad, en el que unas 50 parcelas de prueba en el terreno, cada una de 0.25 o 0.50 ha, pueden proporcionar resultados de niveles de precisión casi iguales.

4.2.3. Forma y tamaño de las unidades de muestreo

Una unidad de muestreo (parcela), se caracteriza como una área fija no muy grande (cuadrada, rectangular, o circular). Pero también es posible tener parcelas sin límites fijos, como resultado del uso del relascopio y de los prismas ópticos (Hutchinson, 1993).

Según el autor antes mencionado, optimizar el tamaño de una unidad de muestreo reduce los costos de un inventario y proporciona estimaciones más precisas de los parámetros. Sin embargo, no hay que perder de vista que cada parámetro tiene una propia frecuencia de ocurrencia, y por ello, una intensidad de muestreo óptima.

4.2.4. Muestreo de la regeneración natural en el trópico

Según Hutchinson, (1993), el muestreo de regeneración se define como un inventario que aporta información sobre el bosque en su etapa juvenil. El objetivo principal que se persigue con el muestreo de la regeneración natural, es extraer o recopilar información básica necesaria para inferir de manera confiada sobre la dinámica de la masa forestal y al mismo tiempo orientar los trabajos silviculturales en el manejo del bosque.

Existen diferentes sistemas de muestreo que son aplicados al bosque natural para estimar los parámetros más importantes de la vegetación según sean los objetivos de la investigación. Entre los sistemas más aplicados en el bosque tropical natural están el muestreo al azar y el muestreo sistemático ambos de forma simple ó estratificados.

En razón de que, a medida en que se consideran individuos más pequeños hacia el nivel del suelo, aumentan en número, es necesario reducir el área de muestreo y distribuir sistemáticamente por toda la zona de estudio las diversas unidades de muestreos. Por ejemplo, Marmillod (1982), en la selva húmeda tropical peruana, encontró, a ras del suelo, 100,000 plantulas arbóreas por hectárea. Esta cantidad disminuye progresivamente a medida en que se aumenta el porte de los individuos, al punto de encontrarse alrededor de 10 árboles/ha superiores a 60 cm de DAP. En este sentido, las parcelas de muestreo también deben variar en función de las categorías de tamaño de la vegetación que se quiera muestrear.

Danoso et. al., (1982), realizan el muestreo del sotobosque con 25 a 30 subparcelas de 1m x 2m distribuidas al azar y registrando todas las especies arbóreas con tamaño menor de 2m de altura. Burshel et. al., (1976), al estudiar la regeneración natural, muestrean 100 unidades aleatorias de 1m x 2m, mientras que Taylor (1962), propone emplear parcelas de 2m x 2m en los primeros años de vida, 4m x 4m a los 5 años de vida y 5m x 5m a los 10 años de vida.

El estudio de la sucesión natural primaria requiere de técnicas diferentes. El método más preciso es la observación directa en el tiempo de los cambios sucesionales. Se puede estudiar la sucesión mediante el estudio de rodales de vegetación del mismo hábitat que han sido disturbados en diferentes épocas (Knight, 1975), observando los cambios de estructuras en estas distintas situaciones, ordenándolas y asumiendo que las características estructurales del bosque, con el paso del tiempo, serían similares a las de un bosque en la edad correspondiente (Schmidt, 1977).

Knight (1975a), en un estudio sobre la composición florística y la estructura del bosque en avance sucesional en la Isla de Barro Colorado, Panamá, utilizó 13 rodales representativos, siendo el tamaño de estos, entre 0.8 y 2 hectáreas y se muestreo entre el 30% - 50% de cada uno, mediante el levantamiento de los individuos mayores de 2.5 cm de DAP, en parcelas de 10m x 20m. Se determinó que las parcelas de forma cuadrada proporcionan mejor información que las de forma rectangular.

En cuanto a la selección del sistema de muestreo; los muestreos al azar teóricamente óptimos resultan impracticables principalmente porque las distancias de acceso son muy grandes, el ingreso a las muestras aleatorias es problemático y existen dificultades para localizar las mismas en el campo (Lamprecht, 1990).

Sistemáticamente, un muestreo puede realizarse en direcciones y distancias previamente determinadas. En efecto, se abren transectos paralelos, a lo largo de las cuales son tomadas las muestras a distancias predeterminadas. Se trata de un procedimiento con mucho insumo de trabajo. Sin embargo, el muestreo mediante esta técnica permite dar suficiente información sobre las condiciones actuales del bosque en casi su totalidad.

Actualmente, la selección de la muestra se realiza sistemáticamente, por lo que se busca garantizar la homogeneidad de las unidades de muestreos con respecto a los factores del medio ambiente, mayoritariamente los muestreos se realizan en parcelas o unidades

de muestreo rectangulares o cuadradas bien distribuidas sobre la zona boscosa (Lamprecht, 1990).

Finalmente es importante indicar que las técnicas de estudio del bosque natural varían según el tipo de bosque, los objetivos del estudio y los criterios propios del investigador. Algunos autores caracterizan la vegetación con base en sus parámetros dasométricos y otros con base en los requerimientos biológicos de las especies, para luego evaluar los parámetros estructurales.

4.3. Necesidad de información para la aplicación de tratamientos silviculturales

Cuando se trata de extraer recursos del bosque de forma continua y sin alterar su estructura, es necesario estar previamente informado de las existencias maderables y necesidades biológicas que presenta el bosque para su continuo crecimiento y desarrollo. Para conservar este recurso, es necesario manejarlo adecuadamente con bases científicas para lograr una producción constante y continua de todos los bienes y servicios del bosque (Negreros, 1988). Por esto, es importante hacer un análisis de las necesidades de información para definir y aplicar tratamientos silviculturales que nos permitan alcanzar dicha meta.

Desde hace tiempo, en algunos bosques del trópico se vienen aplicando algunos métodos de aprovechamiento insostenibles. Esto refiere, al hecho de obtener o extraer del bosque, los productos forestales de forma selectiva y extensiva, lo que necesariamente repercute en la riqueza del bosque, pudiéndose en algunos casos, alterar la estructura del bosque o hacer cambios a corto o largo plazo sobre la composición florística.

Si pretendemos conservar los bosques tropicales, estos deben ser aprovechados y manejados adecuadamente, a través de la programación de tratamientos silviculturales que permitan dirigir a la masa arbórea hacia las metas deseadas.

4.3.1. Estudio de los procesos básicos

Las necesidades de información básica comprende el estudio de procesos básicos como la biología de la reproducción o regeneración natural y el crecimiento de los árboles forestales (incremento).

4.3.2. Información previa para la aplicación de tratamientos silviculturales

Este aspecto, refiere a la determinación de las características de la vegetación que se pretende o desea manejar. Tradicionalmente esta información se ha obtenido a través de inventarios forestales (muestreos), los cuales deben ser diseñados de tal forma que indiquen claramente los atributos propios de la vegetación, como las estructuras, disponibilidad o no de las diferentes especies y la dinámica de la misma (Nowobshi, 1982). En este sentido, es muy importante definir técnica y estadísticamente el tamaño de la muestra a emplearse, así como el tipo de diseño de muestreo que corresponda a las necesidades de la investigación.

Con la información derivada del muestreo, será posible conocer las características actuales de la vegetación, en cuanto a su composición, distribución diamétrica, estructura basimétrica, representatividad de las especies de interés, tanto en el estrato arbóreo como en los individuos de regeneración natural, así como su valor económico actual. Toda esta información en conjunto, permitirá definir los cambios que necesite sufrir la masa arbórea para obtener a futuro una con características deseables.

4.3.3. Información para el manejo

La información sobre la biología de la reproducción (regeneración natural), y el incremento de los árboles tropicales, así como la información sobre las características de la vegetación previa a ser intervenida, debe estar combinada con los experimentos

silvícolas, que conjuguen los dos niveles, sobretodo tomando en cuenta que la intervención directa del silvicultor en la masa, se lleva a cabo precisamente al aplicar o dirigir las cortas intermedias o de cosecha y que el efecto de estas definirán las características del bosque en el futuro y consecuentemente su valor económico (Negreros, 1988).

4.4. Características generales de los aprovechamientos forestales

Según Anaya, (1986), en gran parte de América Latina no se hace un aprovechamiento racional de los bosques naturales; por el contrario, este recurso está sometido a la destrucción paulatina para dar paso a otras actividades o a una explotación irracional desligada de todo plan de ordenamiento forestal. Esto indica, que la mayoría de los aprovechamientos forestales que se practican en el trópico americano utilizan el método tradicional para la extracción de los diferentes productos del bosque. Sin embargo, a pesar de esto, Méndez (1992), indica que es importante, evaluar la magnitud de los daños causados al bosque durante el proceso de aprovechamiento ya que esta estimación constituye un tema clave para el manejo sostenible, debido a que cualquiera que sea el método de aprovechamiento empleado, este causará daños, tanto a la superficie boscosa como a la población arbórea remanente.

En esta última década los aprovechamientos forestales han incorporado tecnologías modernas, para satisfacer de manera indefinida la demanda industrial de productos, y al mismo tiempo buscan cuantificar de forma ordenada las necesidades biológicas y ecológicas de los diferentes tipos de bosques. De forma general, se sabe que en la actualidad existen al menos dos métodos de aprovechamiento forestal que se están utilizando en diferentes escalas en los países del trópico americano, estos son; el aprovechamiento tradicional y el aprovechamiento mejorado o de bajo impacto.

El aprovechamiento tradicional, además de su cuantitativa selectividad de individuos/especies, produce una cantidad considerable de efectos sobre la superficie boscosa y daños sobre los individuos remanentes que dejan al bosque con pocas posibilidades para su posterior manejo. En cambio, un aprovechamiento mejorado reduce en forma significativa los efectos sobre el área boscosa y el daño a los individuos remanentes, lo que posibilita que la masa remanente quede en condiciones favorables para una segunda fase de aprovechamiento en un plazo de tiempo no muy lejano.

4.4.1. Breve descripción del aprovechamiento forestal tradicional

Una característica del aprovechamiento tradicional es que en la semi-planificación de las operaciones se toma en cuenta únicamente a la masa aprovechable actual y se hace real omisión a los árboles de futura cosecha. Además las intervenciones no están limitadas a un determinado porcentaje del total aprovechable, por lo que en la mayoría de los casos el grado de disturbio a la masa remanente y al suelo es muy significativa.

Según Cordero y Meza (1992), en los aprovechamientos tradicionales, una alta densidad de caminos y pistas de arrastre son construidos innecesariamente, llegando a cifras de hasta un 50% más de lo conveniente. Los autores, además señalan que es muy común encontrar altos volúmenes de residuos de madera comercial en el bosque, llegando a estimar 7.86 metros cúbicos por hectárea. Así mismo, informaron que los aprovechamientos tradicionales llegan a alterar la superficie boscosa remanente hasta en 50%, correspondiendo el mayor porcentaje a sitios con algún grado de disturbio provocado generalmente por la caída de árboles, ocupando un segundo lugar, el grado de disturbio provocado por la construcción y uso de caminos y/o pistas de arrastre. (Quesada y Solís, 1992), encontraron proporciones similares en un bosque aprovechado de forma tradicional en la finca Ochoa, ubicada en la Virgen, Sarapiquí. En esta finca, las perturbaciones causadas al bosque por las operaciones del aprovechamiento alcanzó 52% del área total boscosa remanente, siendo la caída de los árboles, el factor de

disturbio que adquirió el mayor porcentaje con respecto al área total afectada.

Para Castañeda, et., al. (1994), el aprovechamiento tradicional que se practica extensivamente en los bosques del trópico tiene un carácter destructivo, dejando pocas posibilidades para su manejo en forma natural. Los autores, indican además, que en las operaciones del aprovechamiento tradicional, no se involucran la tala dirigida, el arrastre controlado, la apertura de la red de caminos y patios de acopios, ni mucho menos el muestreo diagnóstico post - aprovechamiento.

4.4.2. Breve descripción del aprovechamiento forestal mejorado

Un aprovechamiento forestal mejorado debe constituir en sí la primera intervención destinada al manejo del bosque en forma sostenible (Castañeda, et. al. 1994). En este sentido, un aprovechamiento mejorado determinará en gran medida el futuro del bosque (Hendrison, 1990). Este tipo de aprovechamiento, implica un cambio en el objetivo de maximizar las ganancias a corto plazo por el de la producción sostenible (Cordero y Meza, 1994).

El aprovechamiento mejorado no es otra cosa que la adopción de algunas pequeñas **modificaciones** de orden técnico, con respecto al aprovechamiento tradicional, pero con profundas **implicaciones** para el manejo del bosque (Castañeda et. al. 1994). Estas modificaciones se refieren básicamente a un mayor nivel de planificación y control en las operaciones lográndose de esta manera manifestar las implicaciones en el bajo nivel de daños al bosque y al suelo, logrando garantizar una masa comercial remanente de árboles de futura cosecha.

Las principales operaciones que se consideran necesarias en la planificación de un aprovechamiento mejorado son; el inventario operacional, apertura de caminos, patios de acopios, cortes de lianas, censo comercial (marqueo al 100% de los árboles comerciales

≥ al diámetro mínimo de corta), tala dirigida, arrastre controlado, muestreo diagnóstico y la estimación del rendimiento y costos entre otros.

Sin embargo, Hendrison (1990), manifiesta que se debe tener especial cuidado en la planificación y ejecución de las operaciones de inventarios, caminos, corta y arrastre, de tal forma que permita garantizar un mínimo de daños al bosque, sin dejar de obtener ganancias económicas. Cuando estas operaciones se llevan a cabo en forma controlada, cualquier aprovechamiento que se practique será capaz de producir menos impacto en el bosque y particularmente permitirá conservar las fuentes de una futura cosecha de madera comercial.

El aprovechamiento mejorado o planificado reduce sustancialmente el impacto negativo sobre el ecosistema forestal y asegura con ello sus futuras posibilidades de producción y regeneración.

En un estudio llevado a cabo por Quesada (1992), sobre la evaluación del daño causado por las operaciones del aprovechamiento mejorado en un bosque no intervenido, ubicado en Bocatapada de Pital, San Carlos, estimó en 10.34% el daño a los árboles remanentes. No obstante, en un análisis sobre el área afectada por las operaciones del aprovechamiento mejorado en una finca ubicada en la Virgen de Sarapiquí, Quesada y Solís (1992), estimaron en 14.41% el área afectada por las operaciones, mientras que COSEFORMA (1995), en un bosque primario ubicado en Patastillo, Cutris, San Carlos, al evaluar el efecto de las operaciones de un aprovechamiento mejorado, encontró que 23% de la superficie boscosa había sido alterada.

4.3.3. Métodos de aprovechamiento forestal practicados en Costa Rica

Se pretende proporcionar información sobre los aprovechamientos tradicionales y mejorados practicados en Costa Rica, haciendo énfasis en los aprovechamientos forestales ejecutados por la empresa forestal CODEFORSA⁴. Esta empresa forestal ha realizado diferentes prácticas de aprovechamiento forestal en la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital. En el cuadro 1, se presentan las principales características de los dos métodos de aprovechamiento forestal; tradicional y mejorado practicados por CODEFORSA en unidades de bosques de la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital.

⁴ **CODEFORSA** : Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos. Empresa forestal co-patrocinadora de la presente investigación, a través del Proyecto Manejo Integrado del Bosque Natural. Geográficamente esta empresa esta ubicada en San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica. Una de las Unidades de Manejo Forestal (UMF), de dicha empresa, es la "Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital".

Cuadro 1. Características de dos métodos de aprovechamiento forestal practicados por la empresa forestal CODEFORSA en la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital.

| APROVECHAMIENTO TRADICIONAL | | APROVECHAMIENTO MEJORADO | |
|-----------------------------|---|--------------------------|--|
| 1 - | Para tramites institucionales se elaboraba un "plan de aprovechamiento estático" | 1 - | El aprovechamiento incluye tres fases: pre-aprovechamiento, aprovechamiento y post-aprovechamiento. |
| 2 - | No se establecían diámetros mínimos de corta para la mayoría de las especies. | 2 - | Desde 1990, se establecen legalmente diámetros mínimos de cortas para las diferentes especies. |
| 3 - | Se aprovecha hasta el 100% del volumen a partir de 60 cm, de D.A.P. | 3 - | Se aprovecha unicamente el 60% del volumen comercial a partir de 60 cm, de D.A.P. para la mayoría de las especies. |
| 4 - | El plan de aprovechamiento no contempla al 100%, el diseño de caminos mejorados, el corte de lianas, la tala dirigida, ni el arrastre controlado. | 4 - | Se contempla el diseño de caminos, la eliminación de lianas, la tala dirigida, el arrastre controlado, la estimación de rendimientos y costos, el muestreo diagnostico, y la aplicación de tratamientos silviculturales. |
| 5 - | Los árboles portadores (semilleros), eran seleccionados en el campo sin importar su representación en el bosque y/o su distribución diamétrica. | 5 - | Los árboles portadores son seleccionados en función de su representación en el bosque a través de la distribución diamétrica y criterios ecológicos. |
| 6 - | El inventario forestal carecía de significancia y los datos se ocupaban más bien como requisito ante la DGF, para proceder al aprovechamiento. | 6 - | Se práctica un inventario forestal significativo tanto a nivel estadístico como a nivel de espacio o intensidad. |
| 7 - | No se preveía el seguimiento al bosque después del aprovechamiento, al menos en la práctica. | 7 - | Después del aprovechamiento, se practican tratamientos silviculturales basados en el muestreo diagnostico. |
| 8 - | La extracción de las especies era "selectiva", en términos de pocas especies y se extraían solamente los mejores individuos dentro de cada especie. | 8 - | El aprovechamiento de las especies es por criterios técnicos de manejo en la que se combinan especies deseables y aceptables a partir de diámetros mínimos de cortas establecidos por la DGF-MIRENEM. |

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. El área de estudio

En esta sección, se proporciona información general sobre el sitio de estudio, mostrando su localización geográfica, sus condiciones bio-físicas y aspectos relacionados con su composición florística.

5.1.1. Ubicación geográfica

El estudio se ejecutó en la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital, ubicada en el caserío de Yucatán de Pital en el cantón de San Carlos, Provincia de Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica (Figura 1). Las coordenadas geográficas fueron obtenidas de la hoja cartográfica "Chaparrón". Estas son:

Latitud Norte : 10° 36' 13" a 10° 38' 46".

Longitud Oeste : 84° 08' 34" a 84° 12' 50".

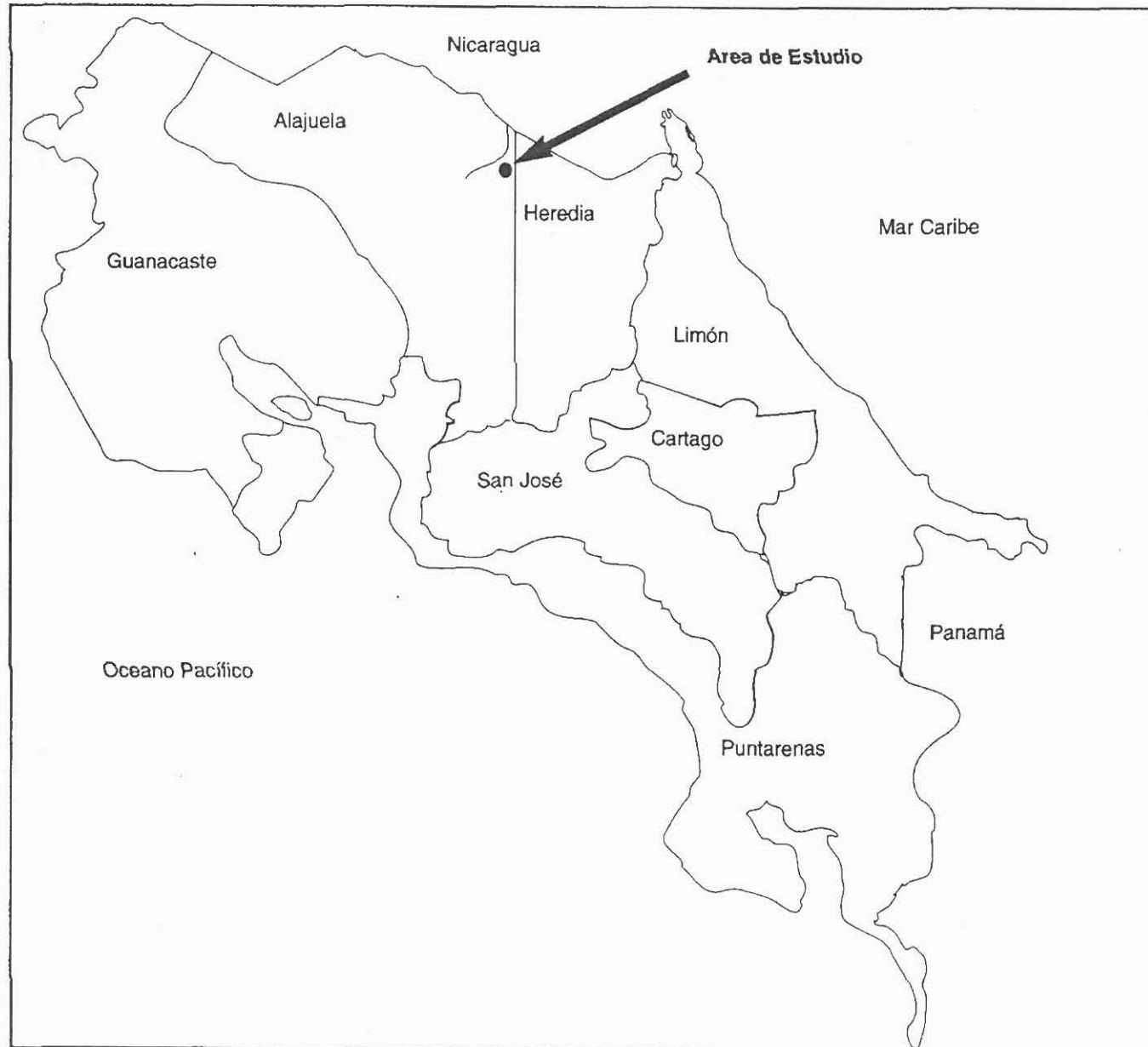
5.1.2. Clasificación ecológica:

De acuerdo con el sistema de Zonas de Vida de L.R. Holdridge, el área de estudio se localiza dentro de la zona de vida de "bosque muy húmedo tropical" (bmh -T).

5.1.3. Clima:

Según Herrera (1985), el clima en la Unidad de Manejo Forestal (UMF), presenta características de muy húmedo y muy caliente, sin déficit de agua. La precipitación media anual es de 3,520 mm. En la época seca el suelo prácticamente permanece mojado, siendo en el mes de marzo que la precipitación desciende bruscamente, presentándose pocos días con déficit de agua. La temperatura media anual (°C), oscila entre 25 y 27 °C.

Figura 1. Ubicación general del área de estudio. Señalada la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica.



La evapotranspiración potencial anual registra datos de 1,710 mm/año y el índice de aridez se encuentra marcado entre 0 - 2%, mientras que el índice hídrico presenta un rango de 100 - 300%.

5.1.4. Altitud:

De acuerdo a la hoja cartográfica "Chaparrón", la altitud oscila desde los 40 m.s.n.m. hasta los 120 m.s.n.m.

5.1.5. Topografía:

Según CODEFORSA (1994), el área de estudio presenta una topografía que varía de plano o casi plano a fuertemente escarpado. A través de una curva base de 100 m, se lograron estimar variaciones de alturas que van desde los 52 a los 197 m. En lo referente a pendientes, se registran rangos que oscilan entre 0% y 105%.

5.1.6. Suelos:

Los suelos del área de estudio según Vásquez (1991), se encuentran dentro de la "asociación Chaparrón", caracterizada por su origen volcánico. Se pueden encontrar dos tipos de suelos: Typic Haplohumult que se localiza en fuertes pendientes (mayores de 30%), y Typic Humitropept producido por el arrastre de materiales de la parte superior de la pendiente y depositados ladera abajo (estos suelos se han localizados en pendientes con rangos menores a 30%). En este sentido, pueden encontrarse suelos bien drenados de colinas y suelos de drenaje lento en las partes bajas.

Ambos tipos de suelos poseen alto contenido de materia orgánica, son de textura arcillosa, bien drenados, porosos y con buena estructura; poseen excelentes condiciones físicas pero son de baja fertilidad aunque no presentan problemas de acidez (CODEFORSA, 1992).

La capacidad de uso, según Vásquez (1991), es VI s2 e1, que corresponden a tierras utilizables para la producción forestal, así como para cultivos permanentes tales como frutales y café. Los principales factores limitantes son la textura del suelo y la fuerte pendiente.

5.1.7. Hidrografía:

La red hidrográfica del área de estudio se halla constituida por una red de quebradas permanentes e intermitentes, lo cual reduce sustancialmente el área efectiva de manejo forestal.

5.1.8. Composición florística descrita por CODEFORSA

El Plan General de Manejo (PGM), elaborado por CODEFORSA para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, señala que se han identificado 78 especies a partir de 30 cm de DAP, las cuales se distribuyen en 32 familias botánicas. De estas 78 especies identificadas; 58 pertenecen al grupo de especies comercializables (74% del total de especies), y 20 se localizan en el grupo de especies no comercializables (26% del total de especies).,

Para el análisis de la información sobre composición florística, en el presente estudio se decidió clasificar a las especies a nivel de brinzales, latizales y árboles en tres grupos comerciales según su potencial de comercialización. Estos grupos son:

- 1 - Especies deseables :** especies que tienen un alto valor en el mercado, las cuales ocupan el primer plano en el comercio nacional.
- 2 - Especies aceptables :** especies que presentan bajo valor en el mercado pero que potencialmente a futuro serán transables.

3 - Especies sin valor actual : especies que en la actualidad no presentan ningún uso potencial.

Según CODEFORSA (1992, 1994), del total de especies comercializables (58 especies en total), solamente 36, han sido extraídas de las diferentes unidades de bosques por ser las que presentan mejor mercado. En el presente estudio, estas especies estarán localizadas dentro del grupo comercial de "especies deseables".

Las restantes 22 especies comercializables, actualmente ocupan un segundo plano en el mercado nacional (no tienen mucha demanda), debido principalmente a la abundancia de especies deseables que presentan alto valor industrial en el comercio nacional. Dichas especies estarán clasificadas dentro del grupo comercial de "especies aceptables". Como se mencionó anteriormente, en el grupo comercial de las "especies sin valor actual", se localizan 20 especies.

Sin embargo, siguiendo criterios ecológicos para el manejo forestal, algunas de las 58 especies clasificadas como comercializables están formando parte de la restauración del bosque. En este sentido, algunas especies han sido seleccionadas como árboles padres y otras, por presentar bajas frecuencias o representaciones diamétricas inferiores han sido categorizadas como especies portadoras de germoplasma sin importar la calidad de éstas.

En el cuadro A1, se presenta el listado de las 36 especies maderables consideradas como especies deseables. Estas especies actualmente presentan mercados bien establecidos ya que las características físico-mecánicas de sus maderas son favorables para el procesamiento industrial. Asimismo, en el cuadro A2, se presenta el listado de las 22 especies actualmente consideradas aceptables, y en el cuadro A3, se presenta la lista de las 20 especies sin valor actual ó no comercializables. Estos cuadros se encuentran en el anexo A, de la sección de anexos.

5.2. Aspectos generales de la investigación

En el presente trabajo se analiza el estado de desarrollo de la población arbórea y del área forestal afectada después de practicados dos métodos de aprovechamiento forestal (tradicional vs. mejorado), en cinco (5), de seis (6), unidades de bosque que forman parte de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital.

De las seis (6), unidades de bosque, una (1), sin aprovechar fue considerada como "bosque testigo", tres (3), fueron aprovechadas bajo el método de "aprovechamiento tradicional" en diferentes lapsos de tiempo y dos (2), fueron aprovechadas a través del método de "aprovechamiento mejorado", también en diferentes lapsos de tiempo. En cada unidad de bosque, un bloque experimental de 10 hectáreas fue ubicado al azar para realizar las diferentes mediciones y valoraciones dasométricas.

En el estudio, cada unidad de bosque representa un "tratamiento experimental" de acuerdo a su condición actual, a las intervenciones que sufrió, y al año de su aprovechamiento. Sin embargo, para consolidar aún más el análisis de la investigación, las 6 unidades de bosque se agruparon en 3 tipos de tratamientos experimentales:

- 1) **Tratamiento testigo:** en el área de estudio se delimitó una unidad de bosque que no había sido sujeta al aprovechamiento como "**bosque testigo**" (bosque primario no intervenido), con el objetivo de hacer algunas comparaciones con las otras unidades de bosque que fueron aprovechadas a través del método tradicional ó mejorado.
- 2) **Tratamiento tradicional:** esta constituido por tres (3) unidades de bosque ó tratamientos experimentales que fueron aprovechadas en diferentes lapsos de tiempo (1989, 1992, 1994), a través del método de "**aprovechamiento tradicional**".

- 3) **Tratamiento mejorado:** formado por dos (2) unidades de bosque ó tratamientos experimentales. Estas dos unidades de bosques fueron aprovechadas bajo el método de "**aprovechamiento mejorado**", una en 1992 y la otra en 1994.

La comparación entre las unidades de bosque aprovechadas a través del método tradicional o mejorado y el bosque testigo, permitió extraer conclusiones sobre el estado actual de cada unidad de bosque en función de sus condiciones de crecimiento⁵, densidad poblacional, área afectada, árboles dañados, estructura boscosa e individuos valiosos, lo que permitió determinar un juicio sobre el método de aprovechamiento forestal aplicado y su efecto sobre el bosque así disturbado. En el cuadro 2, se presenta la descripción de cada unidad de bosque o tratamiento experimental.

Cuadro 2. Descripción general de las unidades de bosque o tratamientos experimentales⁶.

| * Tratamiento experimental | Area total (ha) | Método de Aprovechamiento | Fecha del Aprovechamiento | Edad del Aprovechamiento (años) |
|----------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| TEST1995 | 290 | Ninguno | Ninguno | Ninguno |
| TRAD1989 | 60 | Tradicional | Marzo, 1989 | 6 |
| TRAD1992 | 65 | Tradicional | Febrero, 1992 | 3 |
| TRAD1994 | 60 | Tradicional | Febrero, 1994 | 1 |
| MEJO1992 | 50 | Mejorado | Marzo, 1992 | 3 |
| MEJO1994 | 75 | Mejorado | Marzo, 1994 | 1 |

* Tratamiento experimental :

| | | | |
|------------|------------------|------------|------------------|
| TEST1995 = | Testigo 1995 | TRAD1994 = | Tradicional 1994 |
| TRAD1989 = | Tradicional 1989 | MEJO1992 = | Mejorado 1992 |
| TRAD1992 = | Tradicional 1992 | MEJO1994 = | Mejorado 1994 |

- 5 Se utiliza únicamente para caracterizar el grado de viabilidad de los individuos en el bosque, su grado y calidad de iluminación y su condición estructural.
- 6 Llamados también en el presente estudio; unidades de bosque. Dentro de cada una de estas unidades, un bloque experimental de 10 hectáreas fué establecido para efectuar las diferentes estimaciones y valoraciones.

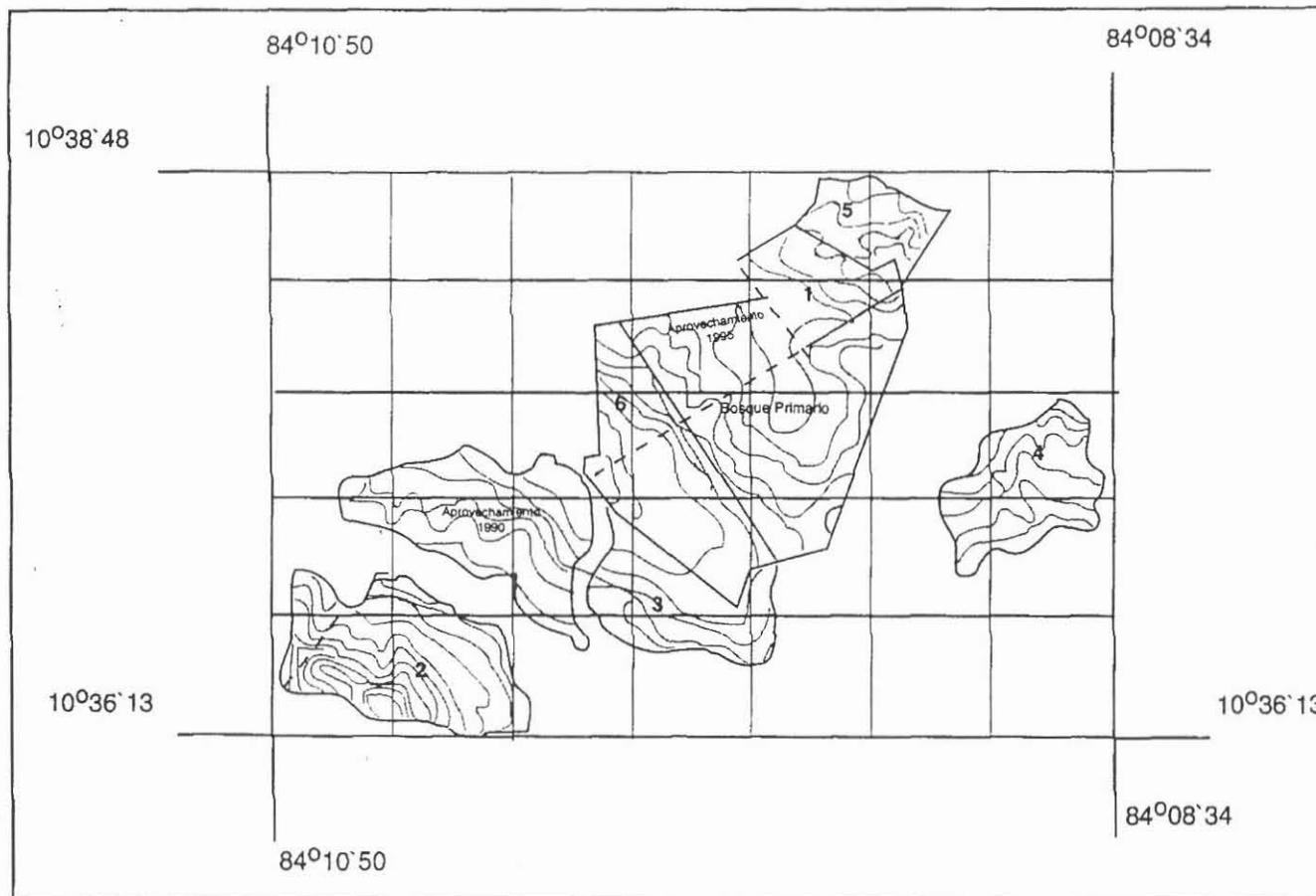
5.3. Historial de actividades forestales en las unidades de bosque o tratamientos experimentales.

La siguiente información se considera básica y necesaria para describir, previo a la caracterización individual la posible homogeneidad entre las 6 unidades de bosques o tratamientos experimentales:

- 1: Las 6 unidades de bosque se localizan dentro de una misma zona de vida vegetal, según el sistema de clasificación de L.R. Holdridge (1978).
- 2: Dentro de cada una de las unidades de bosque, un bloque experimental de 10 hectáreas fue identificado como dispositivo de evaluación.
- 3: Las condiciones biofísicas son muy similares entre las 6 unidades de bosque, pues en promedio estas no se diferencian en cuanto a topografía, pendiente, clima y suelos.

La importancia de reconocer estas características radica en que al menos se sabe que las muestras obtenidas en cada unidad de bosque (bloque experimental) están homogeneizadas a nivel general dentro de una misma zona de vida y dentro de factores biofísicos de regular similitud (Figura 2).

Figura 2. Ubicación específica de los 6 bloques experimentales dentro de cada unidad de bosque en la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.



Leyenda

1. TEST 1995
2. TRAD 1989
3. TRAD 1992
4. TRAD 1994
5. MEJO 1992
6. MEJO 1994

5.3.1. Bosque primario no aprovechado ("TEST1995")

En el presente estudio esta unidad de bosque fue seleccionada como "bosque testigo", se encuentra ubicada a 0.8 kilometro en dirección Sur-oeste de la finca Agropecuaria Octubre-78⁷, a 1.5 kilómetros en dirección Nor-este de la unidad de bosque que fue aprovechada a través del método de aprovechamiento mejorado en 1994, y a 0.4 kilometro, en dirección Sur-oeste de la unidad de bosque aprovechada bajo el método mejorado en 1992. Esta unidad de bosque no ha sido alterada por ningún tipo de aprovechamiento, por lo cual, este bosque aún conserva intacta su estructura original. En el levantamiento de pendientes, se registraron rangos que oscilan entre 0% - 77.8%, obteniéndose una pendiente promedio de 25.2%. La altitud registrada en el bloque experimental produjo en promedio 55 m.s.n.m.

5.3.2. Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1989 ("TRAD1989")

Esta unidad de bosque, está ubicada a 4.5 kilómetros en dirección Sur-oeste de la finca Agropecuaria Octubre-78, y a 0.6 kilometro en dirección Sur-este de la unidad de bosque que fue aprovechada tradicionalmente en 1992.

Para implementar el "**plan de aprovechamiento**", el dueño del bosque tuvo que solicitar los servicios técnicos a empresas forestales relacionadas con el aprovechamiento forestal. Una vez suscrito el acuerdo entre el dueño del bosque y la empresa forestal, esta última se encargó de legalizar las operaciones del aprovechamiento ante la Dirección General Forestal (DGF) del Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas (MIRENEM).

Los requisitos que el dueño del bosque cumplió para ejecutar el plan de aprovechamiento

7 La finca agropecuaria Octubre-78 es la base operacional de CODEFORSA en la zona de Yucatán de Pital.

fueron:

- 1: Establecer transectos para la implementación del inventario básico con el fin de estimar las existencias actuales de madera comercial.
- 2: Aprovechar solamente los árboles marcados, sin importar aparentemente la importancia ecológica y la intensidad del aprovechamiento, la cual en todo caso puede alcanzar niveles extremos no deseados para la perpetuación del bosque.

Este bosque ha sido objeto de una única explotación selectiva, principalmente de 5 especies: *Carapa guianensis* (caobilla), *Pentaclethra maculosa* (gavilán), *Vochysia ferruginia* (botarrama), *Dypterix panamensis* (almendro) y *Cedrela odorata* (cedro amargo).

En este bosque se registraron pendientes con rangos de 0% - 95%, obteniéndose en promedio 28.3%. La altitud estimada dentro del bloque experimental osciló entre los 45 y 48 m.s.n.m.

Para aperturar los caminos se ocuparon tractores de pala y para la extracción de las trozas se ocupó el tractor forestal (skidder). Dado que el bosque no se encontró bajo ningún plan de manejo, en las operaciones del aprovechamiento no se consideraron criterios silvícolas de cuidados.

5.3.3. Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1992 ("TRAD1992")

Esta unidad de bosque está situada a 3.9 kilometro en dirección Sur-oeste de la finca Agropecuaria Octubre-78, y a 0.6 kilometro, en dirección Nor-oeste de la unidad de bosque aprovechada bajo el método tradicional en 1989.

Este bosque presenta un alto número de individuos ≥ 10 cm de DAP, por unidad de área y un área basal residual considerada alta para el tipo de aprovechamiento que se le

aplicó: Apparently, the intensity of the harvest did not exceed 45% of the original commercial volume, although legally they could have harvested up to 60%. At the same time as the forest harvested traditionally in 1989, in this forest unit the following measures were implemented:

- 1: Forest permit legalized.
- 2: Establishment of transects for the execution of the preliminary inventory.
- 3: Harvest a commercial volume not greater than 60%.
- 4: Use in field operations control measures to mitigate the effect of the harvest on the forest surface and the present arboreal individuals.
- 5: Presence of the forest owner in the harvest operations.

The slopes measured ranged from 2% - 55%, averaging 22%. The heights recorded in relation to sea level ranged from 52 to 56 m.s.n.m.

5.3.4. Bosque primario con aprovechamiento tradicional en 1994 ("TRAD1994")

Forest unit located 3.5 kilometers, in the direction South-east of the finca Agropecuaria Octubre-78. It is the forest unit that is most distant from the finca in question and from the other 5 forest units.

In this unit no legal measures, nor control measures, such as those implemented in the traditional harvest of 1992, were implemented, as they were **operations completely illegal** (in this forest no transects, plots, or accumulations were established, nor was the commercial volume to be extracted estimated).

The intensity of the harvest applied in this forest unit reached 78% of the total commercial volume (exceeding the legal limit of 60%), harvesting approximately 45 m³/ha. This information was obtained through comparisons made between the remaining commercial volume of this forest unit

y el volumen comercial actual del bosque primario no intervenido. Ya que no existe ningún tipo de documento que indique tal aseveración, se cree que la unidad de bosque testigo podría servir para hacer dicha estimación.

El bosque remanente en esta unidad de bosque se encuentra totalmente alterado por la alta intensidad del aprovechamiento y los descuidos en las operaciones de tala y arrastre. La vegetación existente (la mayoría especies sin valor comercial), **no demuestra** estar apta para un próximo aprovechamiento.

En las operaciones de tala y arrastre, se utilizaron únicamente tractores de pala para aperturar caminos y para el acarreo de trozas. Es la unidad de bosque que se encuentra más afectada por las operaciones del aprovechamiento. Las pendientes registradas oscilaron entre 0% - 67%, estimándose en promedio una pendiente de 24%.

La altitud se registró en los cuatros puntos terminales del bloque experimental, obteniéndose en promedio 72 m.s.n.m.

5.3.5. Bosque primario con aprovechamiento mejorado en 1992 ("MEJO1992")

Esta unidad de bosque, esta ubicada a 1.2 kilómetros, en dirección Sur de la finca "Agropecuaria Octubre-78", y se encuentra a 0.4 kilometro, en dirección Sur-este de la unidad de bosque "testigo". Esta es la unidad de bosque que se encuentra más próxima al camino principal que conduce a la finca "Agropecuaria Octubre-78".

En la planificación del aprovechamiento, se consideró la implementación de un inventario preliminar para estimar las existencias maderables y poder decidir el volumen comercial a extraer (m^3/ha), de forma tal, que no causará vacíos en la distribución diamétrica de las especies comerciales después del aprovechamiento forestal.

Los siguientes, son los criterios mas importantes que se consideraron en el Plan de Manejo Forestal para aplicar el aprovechamiento en esta unidad de bosque:

- 1: Aperturas de transectos para la evaluación dendrométrica y censo comercial.
- 2: Estimación de áreas de protección, sean por pendientes o por hidrografía.
- 3: Planificación de infraestructura forestal.
- 4: Permanencia en el bosque de un porcentaje de árboles portadores y de futura cosecha.
- 5: Especies a aprovechar según su representación en la distribución diamétrica.
- 6: Supervisión de dirección de caída de árboles a derribar (tala dirigida)

En esta unidad de bosque, se aprovechó un volumen de aproximadamente 32 m³/ha, lo cual es considerado alto y aparentemente las causas fueron debidas a sub-estimaciones en el apeo de los árboles a extraer. En esta unidad de bosque, se anotaron más caminos de extracción y claros de tumbas que en la unidad de bosque aprovechada de forma mejorada en 1994.

Las especies que presentaron mayor abundancia en el bosque previo al aprovechamiento fueron; *Vochiysia ferruginia* (botarrama), *Dypterix panamensis* (almendro), *Vatairea lundellii* (cocobolo de San Carlos), *Pentaclethra maculoba* (gavilán). Estas mismas especies fueron las que en su mayoría proporcionaron el mayor porcentaje del volumen comercial extraído.

Para el arrastre de trozas se utilizó un tractor "skidder", y para las aperturas de caminos se utilizaron tractores de pala tipo CARTERPILLAR.

5.3.6. Bosque primario con aprovechamiento mejorado en 1994 ("MEJO1994")

Esta unidad de bosque, se ubica a 2.5 kilómetros, en dirección Sur-oeste de la finca "Agropecuaria Octubre-78". Para la aplicación del aprovechamiento, se consideraron aspectos importantes para la sustentabilidad ecológica del bosque. Entre las principales medidas para mitigar el impacto del aprovechamiento están:

- 1: Aperturas de transectos para la evaluación dendrométrica y censo comercial.
- 2: Planificación detallada de caminos y patios de acopio.
- 3: Estimación de áreas de protección, sean por pendientes o por hidrografía.
- 4: Muestreo de árboles a partir de 10 cm de DAP.
- 5: Tala dirigida o dirección de caída de individuos a aprovechar.
- 6: Consideración especial de la distribución de individuos y especies a extraer.
- 7: Intensidad de volumen a extraer : 60%.
- 8: Porcentaje remanente de árboles portadores y de futura cosecha :40%.
- 9: Volumen a aprovechar: 19.85 m³/ha.

En esta unidad de bosque las especies que aportaron el mayor porcentaje de volumen comercial fueron: *Vochysia ferruginia* (botarrama), *Carapa guianensis* (caobilla), *Dialium guianensis* (tamarindo) y *Vatairea lundelli* (cocobolo de San Carlos). En el arrastre de trozas se ocuparon tractores forestales "skidder", y tractores de pala CARTERPILLAR D6 para la aperturas de caminos y patios de acopio.

5.4. Metodología de levantamiento

5.4.1. Diseño del muestreo

Para decidir el diseño del muestreo, se aprovechó el conocimiento existente sobre el área total de bosque a inventariarse, sus condiciones topográficas, la accesibilidad y la homogeneidad con respecto a las características del recurso a estimarse y valorarse. El sistema de muestreo elegido y aplicado en cada una de las seis (6) unidades de bosque está condicionado con objetivos claros y precisos de la presente investigación.

5.4.1.1. Sistema de muestreo

Se optó por un sistema de muestreo sistemático dentro de bloques, utilizando transectos (líneas), separados cada 50 m. Sobre la trayectoria de cada transecto se distribuyeron unidades de muestreo de diferentes dimensiones; 2m x 2m; 5m x 5m; y 10m x 10m.

El objetivo principal del muestreo consistió en cuantificar y valorar separadamente a la población arbórea y al área boscosa afectada por las operaciones del aprovechamiento forestal; tradicional o mejorado.

Los datos recopilados en el muestreo de campo proporcionaron información sobre la regeneración natural de brinzales (0.30 m de altura - 4.9 cm DAP), latizales (5 cm DAP - 9.9 cm DAP) y árboles (≥ 10 cm de DAP). Así mismo, facilitó información sobre el área de bosque afectada y árboles remanentes dañados.

5.4.1.2. Intensidad del muestreo

En base a inventarios preliminares practicados en las unidades de bosques con aprovechamiento mejorado en 1992 ("MEJO1992"), y 1994 ("MEJO1994"), por la empresa forestal CODEFORSA, se estableció una intensidad de muestreo de 4.2% para los árboles ≥ 10 cm de DAP, 1.1% para el muestreo de latizales y 1.0% para el muestreo de brinzales. El error de muestreo estimado para los árboles ≥ 10 cm de DAP, fue de 15%, con un nivel de confiabilidad estadística al 95%. En el cuadro 3, se presentan las categorías de tamaños de vegetación, el tamaño de parcelas de muestreo, el tamaño de muestra y la intensidad del muestreo.

5.4.1.3. Area total de muestreo

El muestreo de campo se ejecutó sobre un área total de 60 hectáreas (6 bloques experimentales de 10 hectáreas cada uno), las que representan el 10 % del área total de bosque de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital.

Cuadro 3. Distribución de la intensidad de muestreo por categorías de tamaño de vegetación.

| Categorías de tamaño | Tamaño de parcelas (m) | Número total de parcelas (n) | | Tamaño de muestra (ha) | | Intensidad de muestreo (%) |
|----------------------|------------------------|------------------------------|-----------|------------------------|-----------|----------------------------|
| | | 1 bloque | 6 bloques | 1 bloque | 6 bloques | |
| Brinzales | 2x2 | 245 | 1,470 | 0.10 | 0.60 | 1.0 |
| Latizales | 5x5 | 42 | 252 | 0.11 | 0.63 | 1.1 |
| Arboles | 10x10 | 42 | 252 | 0.42 | 2.52 | 4.2 |

Para decidir la estimación del área total a muestrear en cada una de las unidades de bosques, se siguieron algunos criterios técnicos de muestreo y de manejo forestal. Los criterios que decidieron la selección de bloques o unidades de evaluación en tamaños homogéneos fueron:

- a) **Criterios técnicos de muestreo:** el diseño de muestreo en bloques, tiene su mayor aplicación en poblaciones de gran extensión superficial, alta variabilidad y difícil accesibilidad (Malleux, 1982). La objetividad de este tipo de muestreo consiste en tratar de obtener una evaluación completa de las existencias actuales y potenciales del recurso objeto de estudio dentro de un área predeterminada.
- b) **Criterios técnicos de manejo forestal:** se hace especial referencia a la topografía de cada unidad de bosque como factor limitante para el crecimiento y desarrollo de algunas especies. En general, las 6 unidades de bosque presentan rangos de pendientes similares entre 24 y 28%, las que clasifican dentro de la categoría de pendientes de 15 - 30%, la cual es considerada por CODEFORSA como moderada. Estos bloques, por presentar en promedio pendientes menores a 30%, se localizan geológicamente dentro de **un mismo tipo de suelo** denominado "Typic Humitropept", el que se encuentra dentro de la "Asociación Chaparrón".

- c) **Criterio estadístico:** bajo este criterio, las unidades de manejo están representadas en bloques de áreas iguales, lo cual los confiere como unidades homogéneas en superficie para realizar las posibles comparaciones estadísticas.

5.4.1.4. Tamaños de las unidades de muestreo

Los tamaños de las unidades de muestreo utilizadas en el campo, son las que Lamprecht (1990), Hutchinson (1992), Brun (1986), y Matteucci y Colma (1986), recomiendan para el muestreo de la población arbórea por clases de tamaño de vegetación, según el objetivo o fines de la investigación. En efecto, los autores han recomendados parcelas de 2m x 2m para el muestreo de brinzales, de 5m x 5m para el muestreo de latizales, y de 10m x 10m ó mas para la valoración de árboles.

5.4.1.5. Trabajo de campo

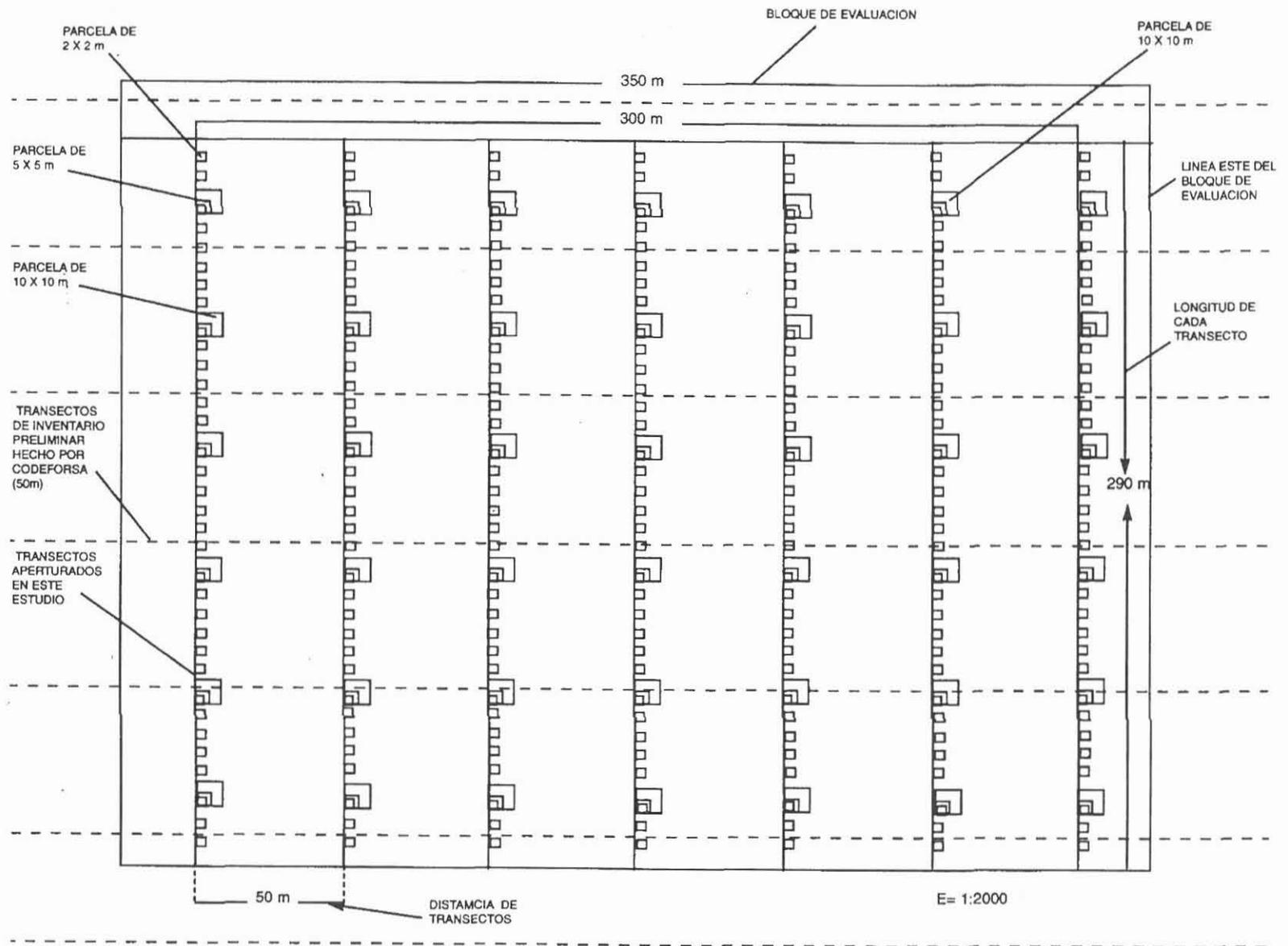
Se registró información en un total de 1,974 unidades de muestreo distribuidas sistemáticamente en 6 bloques experimentales. La mayor intensidad de muestreo en los árboles (4.2%), se deriva del hecho de que se estima necesario tener no menos de 35 parcelas con tamaño de 10m x 10m, en cada bloque para que los resultados obtenidos sean estadísticamente aceptables (Hutchinson, 1993), y la exactitud del muestreo sea válida.

El procedimiento que se describe a continuación, es el que se utilizó en las actividades que se implementaron en el campo:

- 1º- Reconocimiento de cada unidad de bosque sujeta a la evaluación. En cada unidad de bosque, se notó el método de aprovechamiento forestal aplicado, y la orientación de los transectos aperturados para el inventario preliminar (para la elaboración del plan de aprovechamiento ó plan de manejo).

- 2º- En cada unidad de bosque, un bloque experimental rectangular de 10 hectáreas (350m x 287m), fue ubicado perpendicularmente a los transectos elaborados para el inventario preliminar (Figura 3). Cada bloque, se instaló en el bosque, previo a la ejecución del muestreo dendrométrico.
- 3º- Aperturas de los nuevos transectos [7 en total dentro de cada bloque], distanciados cada 50 m, y perpendiculares a los del inventario preliminar. Para el efecto, se empleó una brigada de 3 personas entrenadas, empleando cinta métrica y brújula de bolsillo. A cada 20 metros sobre la trayectoria de cada transecto, se ubicaron marcas sobresalientes con estacas de color amarillo.
- 4º- En cada bloque se establecieron un total de 329 parcelas con diferentes tamaños; 245 con tamaño de 2m x 2m; 42 con tamaño de 5m x 5m; y 42 con tamaño de 10m x 10m. A cada transecto, le correspondió un número total de 47 parcelas de muestreo; 35 de 2m x 2m (4m²), 6 de 5m x 5m (25m²), y 6 de 10m x 10m (100m²).
- 5º- Se inventarió la regeneración natural desde brinzales (altura \geq 0.30 m, y DAP hasta 4.9 cm), hasta latizales (DAP \geq 5 cm y hasta 9.9 cm DAP), anotando el grado de iluminación de los brinzales en base a la parcela de 4m², y estimando el grado de iluminación para cada latizal. En las parcelas con tamaño de 10m x 10m (100² m), se cuantificó el número de árboles \geq 10 cm de DAP, anotándose la especie, estado de viabilidad, condiciones de iluminación, nivel de infestación (lianas), características de formas (copas y fustes), y daños a los árboles si lo hubiese.

Figura 3. Orientación del bloque experimental y ubicaciones de las Parcelas de Muestreo para cada unidad de bosque.



5.4.2. Evaluación del impacto del aprovechamiento forestal

En el presente estudio se considera al área boscosa (superficie), y a los árboles individuales como agentes del medio, susceptibles de recibir el impacto/efecto del aprovechamiento forestal. Para caracterizar este impacto/efecto, se procedió a valorarlo de acuerdo con los siguientes dos atributos descriptivos:

- a) Momento en que se produce: puede ser al instante de la ejecución (caso de los árboles), o bien mostrar signos de afectación a través del tiempo (caso de la superficie afectada).
- b) Intensidad: puede ser tolerante y/o recuperable ó severa y/o irrecuperable (compactante).

En base a la identificación de estos dos atributos, se pretende evaluar la proporción del área boscosa afectada e individuos remanentes dañados, utilizando la superficie y la masa arbórea como dispositivo de evaluación.

El muestreo se realizó durante los meses de marzo - junio de 1995. Se muestrearon las 6 unidades de bosque, 5 de las cuales fueron aprovechadas en forma tradicional o mejorada y en diferentes años.

5.4.2.1. Evaluación del efecto del aprovechamiento sobre el área boscosa

Para evaluar el área de bosque afectada por las operaciones del aprovechamiento forestal, se decidió utilizar las parcelas de 4m^2 ($2\text{m} \times 2\text{m}$). Esta decisión, se consideró en base al **sistema de muestreo empleado** y al número, arreglo y tamaño de las parcelas de muestreo dentro de cada bloque experimental. Una razón fue la que motivó el uso de las parcelas de 4m^2 , esta fue:

- 1 - Las parcelas de 4m^2 , estaban distanciadas únicamente cada 5 m, sobre la trayectoria de cada transecto lo que hizo más preciso estimar el área de bosque afectada. En cambio, si se utilizaban las parcelas de 25m^2 ó de 100m^2 , estas estuvieron distanciadas cada 40 m, lo que hacia dificultoso estimar con mejor exactitud el área de bosque afectada por el espacio libre entre una y otra parcela.

Los siguientes son los factores o características que se evaluaron en cada uno de los bloques, utilizando parcelas de 4m^2 :

- a) **Superficie afectada:** el muestreo del área total afectada en cada bloque fue en base al número de parcelas de 4m^2 , que se encontraron afectadas parcial o totalmente por el aprovechamiento, según diferentes factores de disturbios.

Se asumió como regla general evaluar únicamente el área de la parcela como zona afectada, y aún, si únicamente parte de una parcela estuvo afectada esto contó como una parcela entera.

- b) **Factores de disturbio:** se clasifica la superficie afectada según sea la causa:
 - b.1. **Caída de árbol:** se refiere a la caída de un árbol (copa), causado por la extracción o por la caída de otro(s) árbol(es) arrastrado(s) por el aprovechamiento del primero.
 - b.2. **Camino secundario:** camino utilizado por el tractor forestal, a veces de doble vía o una vía. Su función principal es servir de paso para trasladar la madera hasta el patio de acopio.
 - b.3. **Patio de acopio:** sitio donde se depositan trozas provenientes de los puntos de extracción en el bosque. A este patio se llega por medio de caminos secundarios o bien por el pase del camino principal o primario.

- b.4. Pista de arrastre:** son las vías que se subdividen del camino secundario y que se utilizan para extraer la madera desde un punto específico cerca del lugar de tumba. Generalmente presentan una sola vía.

Los resultados de esta parte del muestreo son presentados en relación al área total ocupada por todas las parcelas de 4m², parcial o totalmente ubicadas en estos tipos de perturbaciones. Puesto que cada bloque es representativo para cada unidad de bosque, la interpretación del área afectada se hace en base a este criterio. Las proporciones de bosque afectado y no afectado por el aprovechamiento, se obtuvieron mediante la cuantificación de parcelas ubicadas en áreas de bosque alterada por el aprovechamiento y en áreas de bosque no alterada por el aprovechamiento, respectivamente.

5.4.2.2. Evaluación del daño del aprovechamiento a los árboles remanentes

Para realizar esta valoración, se utilizaron las unidades de muestreo de 10m x 10m (100m²), ubicadas sobre la trayectoria de cada transecto. En total se ubicaron 42 parcelas en cada bloque experimental. En cada una de estas parcelas, se evaluaron todos los individuos remanentes ≥ 10 cm de DAP, que presentan daños producidos por las operaciones del aprovechamiento y los árboles sanos (sin daños). Para caracterizar a cada individuo, se utilizaron los códigos presentados en el cuadro 4, basados en su grado de viabilidad y su condición estructural.

Se estimó el daño absoluto y por hectárea para los individuos remanentes en cada unidad de bosque y se calcularon daños en base a área basal, siguiendo esta misma metodología.

5.4.2.2.1. Individuos dañados y códigos correspondientes

Las observaciones respectivas sobre las condiciones físicas de los individuos en cada una de las unidades de bosque proporcionaron resultados para estimar el porcentaje de

individuos dañados en cada una de estas. En efecto, se anotaron variables acerca de la viabilidad del individuo y su condición estructural, refiriéndose a los daños⁸ en sus fustes y copas. Para evaluar el daño en los individuos remanentes, se utilizó como parámetro principal la clase de identidad del individuo propuesta por Hutchinson, (1987), relacionándola con algunos códigos propuestos por autores como Hendrison, (1990) y CATIE, (1992).

Los siguientes criterios y códigos son algunos de los que se han propuesto para determinar el efecto de las operaciones del aprovechamiento sobre el número de individuos remanentes, estos son:

- Especie, si es posible su identificación.
- Estado de viabilidad del individuo: árbol vivo (0); árbol casi muerto en pie (1); árbol casi muerto caído (2); árbol muerto en pie (3); árbol muerto caído (4) tocón (5).
- Condición estructural del individuo (respecto al fuste): fuste entero (1); fuste quebrado a una altura ≥ 4 m (2); fuste quebrado a una altura < 4 m (3), fuste cortado (4); individuo no encontrado (9).
- Calidad del fuste: árbol actualmente comercial (1); árbol comercial en el futuro (2); árbol con 4 m, aprovechables a futuro pero con daño en la base (3); árbol totalmente deformado (4); árbol dañado (5); árbol podrido (6).
- Forma de la copa: círculo completo (1); círculo irregular (2); medio círculo (3); menos que medio círculo (4); solamente pocas ramas (5); principalmente rebrotes (6); vivo sin copa (7).

⁸ En el presente estudio se considera la palabra "daño" como sinonimo de alterciones físicas provocadas en los individuos remanentes por las operaciones del aprovechamiento forestal.

- Posición de los daños recientes: ningún daño (1); raíces y fuste inferior (2); fuste superior (3); copa (4); raíces, fuste superior y fuste inferior (5); raíces, fuste inferior y copa (6); fuste superior y copa (7).
- Causas de daños: ningún daño visible (1); debido a tormentas (2); debido a flora y fauna (3); debido a maquinaria pesada (4); debido al aprovechamiento (5); debido a maquinaria pesada y al aprovechamiento (6), otros (7).

- **Causas de daño debidas específicamente al aprovechamiento:**

- 1: Ningún daño visible.
- 2: Caída de árbol talado.
- 3: Caída de árbol provocada por árbol talado.
- 4: Apertura o habilitación de caminos.
- 5: Apertura de pistas de arrastre.
- 6: Tránsito de la maquinaria.

- **Intensidad del daño (Hendrison 1990; CATIE 1992):**

- 1: Arbol sin daños.
- 2: Herida menor: cualquier daño pequeño no clasificado en las clases anteriores.
- 3: Herida severa: daño en el fuste o la copa, o daño visible en ambos
- 4: Heridas o daños muy serios: pocas posibilidades para que el árbol se recupere.
- 5: Cortado o derribado.

En el presente estudio, la evaluación del efecto del aprovechamiento sobre los individuos ≥ 10 cm de DAP, se efectuó, utilizando como indicadores principales del daño, la posición, causa e intensidad.

Con la combinación de varios criterios de las tres clasificaciones antes mencionadas, se creó, el siguiente cuadro (4), de códigos para describir el daño en individuos remanentes.

Cuadro 4. Códigos para evaluar y/o describir el daño en árboles remanentes ≥ 10 cm de DAP.

| CODIGO DE DAÑO | DESCRIPCION DEL DAÑO |
|----------------|---|
| 110 | Ningún daño visible en el árbol |
| 212 | Fuste con herida tolerante provocada por árbol talado |
| 213 | Fuste con heridas tolerantes provocadas por transito de maquinaria forestal |
| 222 | Fuste con heridas severas provocadas por árbol talado |
| 223 | Fuste con heridas severas provocadas por transito de maquinaria forestal |
| 232 | Fuste cortado o quebrado provocado por árbol talado |
| 233 | Fuste cortado o quebrado provocado por transito de maquinaria forestal |
| 250 | 232 sobre 222 (Específicamente para arboles que están rebrotando) |
| 260 | Pudrición natural |
| 270 | Muerte natural |
| 280 | Daño natural |
| 342 | Copa con + de 50% de daño provocada por árbol talado |
| 352 | Copa con - de 50% de daño provocada por árbol talado |
| 462 | Fuste con heridas tolerantes y copa dañada con + de 50% |
| 472 | Fuste con heridas severas y copa dañada con + de 50% |
| 482 | Fuste con heridas tolerantes y copa dañada con - de 50% |
| 492 | Fuste con heridas severas y copa dañada con - de 50% |

5.4.3. Evaluación dendrométrica de la población arbórea

Esta sección, refiere a la medición y valoración dendrométrica de la población arbórea en general, es decir, a la manera de como fueron estimadas las variables dendrométricas en cada individuo arbóreo según su categoría de tamaño (brinzal, latizal o árbol). Para registrar esta información, se utilizaron los formularios de campo del Proyecto Producción en Bosques Naturales PBN/CATIE/RENARM (Anexo B). En el cuadro 5, se presentan las categorías de tamaño de vegetación, sus dimensiones y las variables medidas.

Cuadro 5. Categorías⁹ de tamaño de vegetación evaluadas en la población arbórea de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital.

| CATEGORIAS | DIMENSIONES | VARIABLES |
|------------|--------------------------------|---|
| Brinzales | 0.30 m altura - 4.9 cm de DAP. | Especie, iluminación de la parcela, forma de regeneración del individuo. |
| Latizales | 5.0 cm - 9.9 cm de DAP. | Especie, condición de iluminación de individuos, forma de regeneración. |
| Arboles | ≥ 10 cm de DAP. | Especie, DAP, clase de identidad, condición de iluminación, calidad de fuste, forma de copa, presencia de lianas, daño por las operaciones si lo hubiese. |

Entre otros aspectos, la evaluación de estas variables permitió obtener información sobre los siguientes parámetros: densidad (individuos/ha), abundancia (individuos/especie), frecuencia (especie/parcelas) y dominancia (m²/ha), parámetros que reflejan la condición estructural de los individuos y la importancia ecológica (I.V.I.), de las especies dentro de un bosque determinado. Además de la información dendrométrica sobre variables estructurales, se obtuvieron referencias de las condiciones de crecimiento de cada individuo basado en su estado de viabilidad.

9 Tomadas de la clasificación de Hutchinson, (1992).

5.4.3.1. Variables utilizadas en la estimación de la regeneración natural

Para evaluar la regeneración natural (brinzales y latizales), se utilizan dos tamaños de unidades de muestreo, con el objetivo de cuantificar el número de individuos por categoría de tamaño. Estas categorías de tamaños son las que Hutchinson (1992), llama brinzales y latizales, las cuales han sido usadas para evaluar la regeneración natural en muchos países del trópico. Para registrar la información se utilizó el formulario # 2, del Proyecto PBN/CATIE/RENARM, (Anexo B1).

La evaluación de la regeneración natural proporcionó información sobre el número de individuos por unidad de área (n/ha), especies presentes, y condiciones de iluminación. Con la información disponible se realizaron comparaciones entre los dos métodos de aprovechamiento forestal basados en el número de individuos y su importancia ecológica a través de sus abundancias y frecuencias, utilizando el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), como parámetro indicador.

5.4.3.2. Variables utilizadas en la evaluación de los árboles ≥ 10 cm de DAP

Para la evaluación de los árboles, fueron utilizadas las unidades de muestreo con tamaño de 10m x 10m. En estas mediciones se hizo énfasis en las siguientes variables cualitativas y cuantitativas:

- 1 - **Nº.:** número consecutivo de cada individuo.
- 2 - **Clase de identidad:** se refiere al estado de viabilidad y a la condición estructural del individuo en el bosque. Este atributo contiene varios códigos de evaluación (Hutchinson, 1992).
- 3 - **Especie :** se anota el nombre vernacular del individuo.

- 4 - **DAP** : diámetro tomado a la altura del pecho (1.30m sobre el nivel del suelo), estimado en cada individuo.
- 5 - **Clase de calidad de fuste** : se refiere a si el individuo presenta por lo menos 4m de fuste limpio, así mismo, se anota si es actualmente comercializable, o en el futuro de acuerdo a su DAP (Hutchinson, 1992).
- 6 - **Clase de iluminación** : clasifica la intensidad y cantidad de iluminación que cae sobre la copa de un individuo (Hutchinson, 1992).
- 7 - **Forma de la copa** : clasifica la copa del individuo en base a su forma. Se evalúa al individuo según la simetría de su copa (Hutchinson, 1992).
- 8 - **Lianas** : para evaluar o cuantificar el tipo y nivel de infestación que pueda presentar el individuo, sean estas en el fuste o en la copa (Hutchinson, 1992).
- 9 - **Daños** : se describe el daño en cada individuo, anotando su posición, intensidad y causa. Al igual que la clase de identidad, este atributo presenta varios códigos de evaluación (cuadro 4).

Todas estas variables con sus códigos están descritas en el formulario de campo # 1, del Proyecto PBN/CATIE/RENARM (ver anexo B2). Las variables anteriormente mencionadas, permitirán evaluar la situación de la población arbórea ≥ 10 cm de DAP, en las diferentes unidades de bosques haciendo énfasis especialmente en las condiciones actuales de crecimiento. Con una evaluación de las condiciones estructurales y del estado de viabilidad de la población arbórea (≥ 10 cm de DAP), se procederá a efectuar comparaciones entre los efectos de cada método de aprovechamiento forestal.

5.5. Evaluación de tendencias en el tiempo de la población arbórea

Esta sección se enmarca en tratar de mostrar las tendencias de la población arbórea en función del tiempo. Para ello, se analiza, la densidad de individuos muestreados en las cinco (5), unidades de bosque que fueron aprovechadas a través del método tradicional o mejorado y en diferentes lapsos de tiempo.

Se estiman tendencias dentro de un mismo "tipo de tratamiento experimental" y entre los dos tipos de tratamientos experimentales. El objetivo general es obtener información del desarrollo demográfico de la población arbórea para mostrar el aumento o disminución del número de individuos con el tiempo por tipo de tratamiento experimental.

Según la literatura, usualmente para hacer estas estimaciones se utilizan parcelas permanente de muestreo evaluada cada cierto período de tiempo. Sin embargo, se puede estudiar la sucesión mediante el estudio de rodales de vegetación del mismo hábitat que han sido disturbados en diferentes épocas (Knight, 1975), observando los cambios de estructuras en estas distintas situaciones, ordenándolas y asumiendo que las características estructurales del bosque, con el paso del tiempo, serán similares a la de un bosque en la edad correspondiente (Schmidt, 1977). Sin embargo, la utilidad de los datos está fuertemente afectada por el tamaño de la muestra (Peralta y Hartshorn, 1987).

5.6. Estimación de parámetros estructurales relacionados con la población arbórea.

5.6.1. Riqueza florística

La riqueza florística de los árboles ≥ 10 cm de DAP, fue evaluada a través de la curva especie/área. La curva proporcionó información sobre el incremento de especies en superficies variables a partir de diámetros mínimos variables (Quevedo, 1986). Para obtener la curva especie/área se necesita que los datos de las parcelas o unidades de muestreo estén ordenadas al azar.

En el presente estudio, la curva especie/área fue obtenida siguiendo la metodología propuesta por Marmillod (1982). Esta curva se construye obteniendo el promedio de 10 repeticiones para cada conjunto de vegetación. Para ordenar los archivos y ejecutar el programa, se utilizó el compilador FORTRAN.

Los pasos que se consideran necesarios para construir la curva especie/área, son los siguientes:

1. Elección por sorteo de la parcela inicial de observación. Esta parcela, es de área conocida (a). Una vez elegida la parcela (a), se cuantifica el número de especies presentes en ella (N_{sp_a}).
2. Adición de otra parcela de área igual, elegida también por sorteo. En esta parcela se determina el número de especies nuevas ($N_{sp_{2a}}$) y se agregan o acumulan al número de especies originales encontradas en la primer parcela.
3. Repetición de los pasos anteriores hasta completar la totalidad del área levantada.

La repetición, que consta de un número de observaciones igual al número de parcelas, tiene la siguiente forma (Quevedo, 1986) :

$$N_{sp_a}, N_{sp_{2a}}, \dots, N_{sp_{pa}}$$

Sin embargo, dado que la curva especie/área, es obtenida o caracterizada por el promedio de 10 repeticiones, ésta asume la siguiente forma:

$$\frac{\sum_1^{10} N_{sp_a}}{10}, \frac{\sum_1^{10} N_{sp_{2a}}}{10}, \dots, \frac{\sum_1^{10} N_{sp_{pa}}}{10}$$

Para fines de la investigación se establecieron familias de curvas especie/área con los siguientes conjuntos de individuos:

- árboles con DAP ≥ 10 cm
- árboles con DAP ≥ 20 cm
- árboles con DAP ≥ 30 cm
- árboles con DAP ≥ 40 cm
- árboles con DAP ≥ 50 cm
- árboles con DAP ≥ 60 cm +

Es importante indicar que el conjunto de individuos ≥ 10 cm de DAP, fueron evaluados en las parcelas de 0.01ha (100m²). El área de evaluación fue definida en el diseño del muestreo.

5.6.2. Diversidad florística

La diversidad florística se evaluó mediante la curva área/cociente de mezcla. El cociente de mezcla (CM), se estima a través del cociente entre el número de individuos (Nind) y el número de especies (Nesp) en un área determinada (a) :

$$CM = \frac{Nind_a}{Nesp_a}$$

El cociente de mezcla se determinó siguiendo la misma metodología aplicada para estimar la curva especie/área. El cálculo se realiza simultáneamente cada vez que se determina una curva especie/área con una misma repetición de observaciones.

5.6.3. Índice de Valor de Importancia (I.V.I.)

Para caracterizar adecuadamente la importancia ecológica de cada especie en cada unidad de bosque (bloque experimental), se utiliza el "Índice de Valor de Importancia". Según Matteucci y Colma (1982), las variables individuales no dan una descripción adecuada del comportamiento de los caracteres de las comunidades que se comparan y han propuesto el empleo de coeficientes que combinan las distintas variables estructurales.

El "Índice de Valor de Importancia", revela la importancia ecológica relativa de cada especie mejor que cualquiera de sus componentes. Es importante indicar que este índice considera únicamente el análisis de la estructura horizontal (abundancia, frecuencia y dominancia) y se expresa de forma absoluta y relativa. En el presente análisis, se optó por el Índice de Valor de Importancia relativo:

$I.V.I. = \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}.$

Donde :

Abundancia relativa: es la participación porcentual de cada especie en el número total de árboles estimados en la muestra.

Frecuencia relativa: es el valor expresado en por ciento de cada especie en relación a la suma total de las frecuencias absolutas de la comunidad.

Dominancia relativa: es el valor porcentual de participación de cada especie en la suma total de las áreas basales de la muestra.

El cálculo del I.V.I., se efectuó para toda la población arbórea, es decir para la categoría de tamaño de brinzales, latizales y árboles.

5.7. Análisis de la información

En el presente estudio, se utilizó el sistema computarizado del Proyecto Producción en Bosques Naturales (PBN/CATIE/RENARM), para el procesamiento de datos y análisis de la información. Este sistema de manejo de información, proporciona resultados sobre composición, estructura y condiciones de crecimiento de la población arbórea, siempre y cuando se utilicen los formularios de campo elaborados por el proyecto antes mencionado.

En el Anexo C, se encuentran los resúmenes de la información utilizada en el análisis sobre densidad poblacional, estructura, y composición arbórea, así como también sobre los efectos del aprovechamiento en cuanto a área afectada y daño en los árboles remanentes.

5.7.1. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo de datos brinda información sobre las condiciones de crecimiento de la población arbórea a través de distribuciones diamétricas por grupo comercial expresadas en hectárea.

Para el análisis de árboles ≥ 10 cm de DAP, se obtuvo información sobre densidad (n/ha), área basal (m^2/ha), condición de viabilidad del individuo, condiciones de iluminación, calidad de fustes, incidencias de lianas, forma de copa y volumen comercial. Cada uno de estos parámetros, fue obtenido separadamente para cada unidad de bosque. Se utilizaron los programas¹⁰ del sistema computarizado del proyecto "Producción en Bosques Naturales" PBN/CATIE/RENARM, para hacer las estimaciones.

10 Programas elaborados por el Sr. Hugo Brenes del Proyecto Producción en Bosques Naturales PBN/CATIE/RENARM.

Además de obtener información sobre las condiciones de crecimiento de las especies en cada una de las unidades de bosque se obtuvo información a cerca de:

- 1: Estimación de la superficie afectada por las operaciones del aprovechamiento en cada unidad de bosque.
- 2: Estimación del daño en individuos remanentes por clase diamétrica y grupo comercial.
- 3: Evaluación de la importancia ecológica de las especies por grupo comercial (I.V.I.).

Para el análisis de parámetros estructurales relacionados con la población arbórea, se utilizaron dos indicadores de evaluación, empleando el programa compilador FORTRAN, el cual brindó información de los siguientes dos parámetros:

- 1: Estimación de la riqueza florística mediante la curva especie/área, para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.
- 2: Estimación de la diversidad florística mediante el cociente de mezcla para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.

En el análisis de la regeneración natural se obtuvo la siguiente información:

- 1: Distribución diamétrica del número de brinzales por grupo comercial y su condición de iluminación, expresado por hectárea.
- 2: Distribución diamétrica del número de latizales por grupo comercial y su condición de iluminación, expresado por hectárea.

Con estos datos se caracterizaron cada una de las unidades de manejo o tratamientos experimentales. Sin embargo, para demostrar diferencias estadísticamente significativas o no entre unidades de bosque con diferentes edades y tipos de aprovechamientos, se utiliza el análisis estadístico que a continuación se describe:

5.7.2. Análisis estadístico inferencial

El análisis estadístico fue realizado con el sistema computacional estadístico SAS versión 6.04 (SAS Institute Inc., 1992).

Para el análisis, se utilizaron únicamente pruebas paramétricas, debido a que la naturaleza de los datos mostró ser normal.

En general, el análisis de datos alcanzó dos objetivos, el primero consistió en hacer comparaciones "**entre**" las seis unidades de bosques utilizando para el caso un análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples.

Un segundo objetivo del análisis consistió en hacer comparaciones "**entre**" los tres **tipos** de tratamientos experimentales:

1. Testigo (Bosque primario sin aprovechar).
2. Tradicional (unidades de bosques con aprovechamiento tradicional).
3. Mejorado (unidades de bosques con aprovechamiento mejorado).

La comparación entre variables bajo el efecto de los tres tipos de tratamientos experimentales se realizó a través de un análisis de varianza utilizando comparaciones por contrastes ortogonales.

El modelo establecido para el análisis de varianza fue el siguiente:

$$Y = \mu + B + \text{Tr}(B) + \epsilon_{ijk}$$

Las variables a analizar (Y) serán :

Y = número de brinzales

Y = número de latizales

Y = número de árboles

Y = área basal

Los efectos en el modelo son:

μ = media poblacional

B = efecto de bloques o tratamientos experimentales

Tr = efecto de transectos dentro de bloques

ϵ_{ijk} = error de la i-esíma parcela en el j-esímo transecto del K-esímo bloque

Se trata de un modelo jerárquico o anidado a través de transectos dentro de bloques. En este caso, se ajusta un modelo a circunstancias de modelaje no balanceadas. Para verificar diferencias entre bloques o tratamientos experimentales, se utilizaron pruebas de comparaciones múltiples, utilizando la prueba de Duncan. Para observar diferencias o similitudes entre tipos de tratamientos experimentales se usaron los contrastes ortogonales.

Para estimar la precisión del error de muestreo en cada unidad de bosque y para cada categoría de tamaño de vegetación, se utilizó el procedimiento mixed de SAS, utilizando la opción random.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Impacto del aprovechamiento forestal por tipo de tratamiento experimental

6.1.1. Area boscosa afectada

El cuadro 6 muestra, en superficie y proporción, el área boscosa que fue afectada (en base al muestreo), por las operaciones del aprovechamiento forestal tradicional y mejorado. En el cuadro, cada uno de los tratamientos experimentales (a excepción del bosque testigo), representa el código del método y la edad del aprovechamiento forestal que fue practicado en cada una de las 6 unidades de bosque de la Unidad de Manejo Forestal (UMF), de Yucatán de Pital.

Cuadro 6. Información obtenida durante el muestreo del área boscosa afectada.

| Tratamiento experimental | Total transectos | Total parcelas (2m x 2m) | Area muestreada (m ²) | Area afectada | |
|--------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|
| | | | | (m ²) | % |
| TEST1995 | 7 | 245 | 980 | - | - |
| TRAD1989 | 7 | 245 | 980 | 576 | 58.78 |
| TRAD1992 | 7 | 245 | 980 | 556 | 56.73 |
| TRAD1994 | 7 | 245 | 980 | 600 | 61.22 |
| MEJO1992 | 7 | 245 | 980 | 304 | 31.02 |
| MEJO1994 | 7 | 245 | 980 | 256 | 26.12 |

Según los resultados, los aprovechamientos mejorados de 1992 (MEJO1992) y 1994 (MEJO1994), fueron los que ocasionaron menos impacto en el área boscosa remanente. Estos, en promedio llegaron a afectar 28.6% (26.12% - 31.02%), del área boscosa total remanente. En cambio, los aprovechamientos tradicionales de 1989 (TRAD1989), 1992 (TRAD1992), y 1994 (TRAD1994), en promedio afectaron 58.9% (58.78% - 56.73 - 61.22), del área boscosa total remanente. Esto significa que el aprovechamiento mejorado reduce en promedio este tipo de impacto en 48.5% comparado con el aprovechamiento tradicional.

Los resultados generales del cuadro 6, pueden ser observados en los gráficos 1, 2, 3, 4, y 5. En los gráficos 1, 2 y 3, se muestra el área remanente afectada por los aprovechamientos tradicionales de 1989, 1992 y 1994, y en los gráficos 4 y 5, se muestra el área remanente afectada por los aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994. Es impresionante la diferencia entre el área afectada por los aprovechamientos tradicionales y la afectada por los aprovechamientos mejorados. Pero quizás, estas diferencias se deben en principio a la planificación mejor detallada en los aprovechamientos mejorados y a las diferencias de las cantidades de madera extraída por cada método de aprovechamiento. Mientras que en el aprovechamiento mejorado de 1994 se extrajeron 4 árboles/ha equivalentes a 19.95 m³/ha, se estima que en los aprovechamientos tradicionales, en promedio se aprovecharon 10.4 árboles/ha los que proporcionaron 48.7 m³/ha. Aunque no existe una información real del volumen extraído por los aprovechamientos tradicionales, se cree que el volumen anterior es el más aceptable.

En el cuadro 7, se muestra el resumen de la información recopilada en el campo durante el muestreo del área boscosa afectada, haciendo énfasis en los factores de disturbios evaluados dentro de cada unidad de bosque, los cuales están expresados en términos porcentuales referidos al área total de muestreo y al área total afectada. Según el cuadro, cada uno de los tratamientos tradicionales contiene una proporción de área afectada que supera a la obtenida por cada uno de los tratamientos mejorados. Específicamente, el área de bosque que fue mayormente afectada por las operaciones de cada método de aprovechamiento forestal se presentó en el factor de disturbio denominado caída de árbol (copas), siendo menos impactante en los aprovechamientos mejorados. En el cuadro D1, se presentan los resultados generales del área boscosa que fue afectada por los diferentes factores de disturbio.

Note que en el tratamiento experimental "TRAD1994", no se registró el dato sobre patio de acopio, debido a que en el muestreo de campo no se localizó ningún patio de acopio quizás por tratarse de operaciones incontroladas totalmente ilegales.

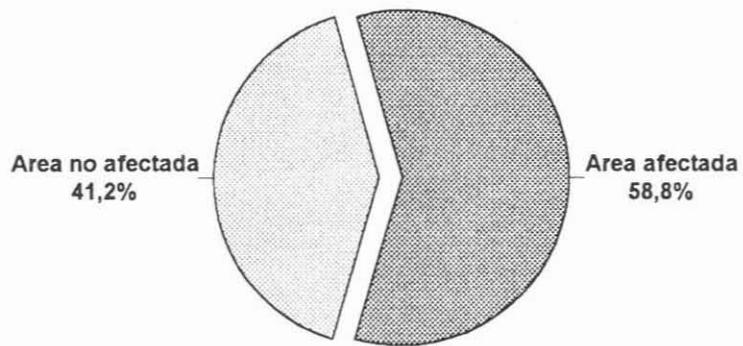


Gráfico 1. Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1989.

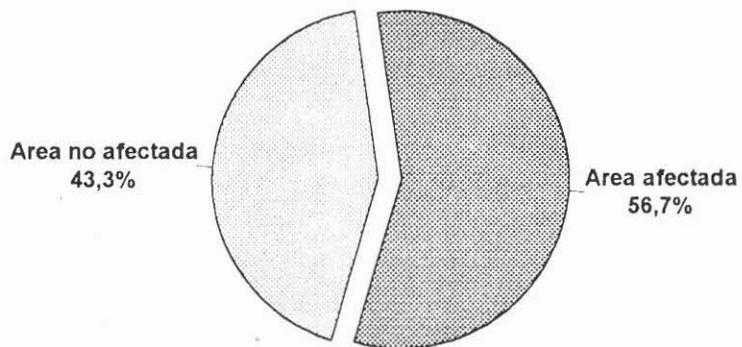


Gráfico 2. Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1992.

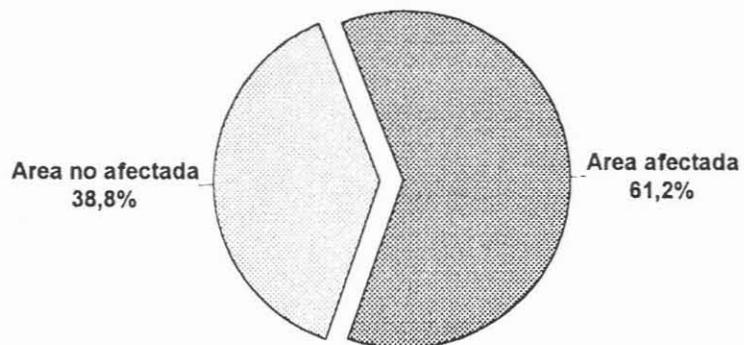


Gráfico 3. Situación del bosque después del aprovechamiento tradicional de 1994.

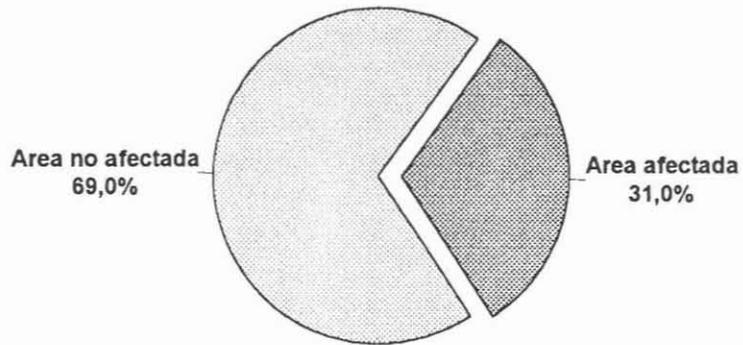


Gráfico 4. Situación del bosque después del aprovechamiento mejorado de 1992.

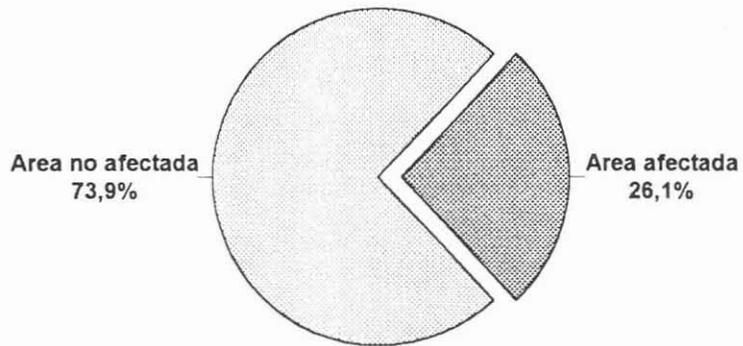


Gráfico 5. Situación del bosque después del aprovechamiento mejorado de 1994.

Cuadro 7. Área boscosa afectada por las operaciones del método de aprovechamiento forestal para cada una de las unidades de bosque o tratamientos experimentales.

| TRATAMIENTO EXPERIMENTAL | AREA MUESTREADA (m ²) | AREA AFECTADA (m ²) | FACTORES DE DISTURBIO | | | | | | | | TOTALES | |
|--------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|---------|--------|
| | | | CAIDA DE ARBOL | | CAMINO 2° | | CAMINO 3° | | PATIO DE ACOPIO | | % AM | % AA |
| | | | % AM | % AA | % AM | % AA | % AM | % AA | % AM | % AA | | |
| TRAD1989 | 980 | 576 | 54.70 <i>522.06 m²</i> | 93.10 | 1.63 | 2.78 | 1.63 | 2.78 | 0.82 | 1.39 | 58.78 | 100.00 |
| TRAD1992 | 980 | 556 | 50.20 <i>441.94</i> | 88.50 | 3.88 | 6.83 | 2.24 | 3.96 | 0.41 | 0.72 | 56.73 | 100.00 |
| TRAD1994 | 980 | 600 | 47.96 <i>470.07</i> | 78.3 | 4.90 | 8.00 | 8.37 | 13.70 | ■ | ■ | 61.23 | 100.00 |
| MEJO1992 | 980 | 304 | 22.24 | 71.71 | 3.27 | 10.53 | 4.08 | 13.16 | 1.43 | 4.61 | 31.02 | 100.00 |
| MEJO1994 | 980 | 256 | 13.06 | 50.00 | 4.69 | 17.97 | 5.51 | 21.09 | 2.86 | 10.94 | 26.12 | 100.00 |

% AM = Es el porcentaje del área total muestreada que fue afectada por cada factor de disturbio.

% AA = Es el porcentaje con que cada factor de disturbio contribuye al área total afectada.

■ = Patio de acopio localizado fuera del área de aprovechamiento.

*X = tradición
X = mejorada.*

En el mismo cuadro 7, se aprecia claramente la proporción del área afectada por cada uno de los factores de disturbio y para cada uno de los tratamientos experimentales. En base al cuadro 7, se prepararon los gráficos 6, 7, 8, 9 y 10 que muestran cuales factores son los que proporcionaron el mayor disturbio en cada unidad de bosque en relación al 100% del área boscosa afectada.

En los gráficos 6, 7 y 8 referente a los aprovechamientos tradicionales, se observa que tanto la caída de los árboles (copas), como los caminos terciarios (pistas de arrastre), son los factores que más contribuyen a la afectación del área boscosa total remanente.

Haciendo algunas relaciones entre los dos métodos de aprovechamiento forestal en base a estos dos factores, se podría llegar a la siguiente comparación; en el aprovechamiento tradicional de 1992, la proporción del área afectada obtenida a través de la caída de árboles y de caminos terciarios suma 92.5%, en el caso del aprovechamiento mejorado de 1992, estos dos factores registraron 84.9%. Así mismo, para el aprovechamiento tradicional de 1994, este valor alcanzó 92.0%, y para el aprovechamiento mejorado de 1994, estos factores sumaron 71.09%, lo que podría indicar que a través del tiempo los aprovechamientos mejorados o de bajo impacto han reducido esta disturbación en 19.5%, (lo cual, podría considerarse significativo en el avance del desarrollo sostenible de los bosques tropicales), en relación al total obtenido por estos factores en el aprovechamiento mejorado de 1992, en cambio, los aprovechamientos tradicionales siempre mantienen su alto grado de disturbación.

Se podría concluir, argumentando que la tendencia de disturbio en los aprovechamientos mejorados es regresivo, es decir que ha disminuido a través del tiempo. Sin embargo, de forma general, se puede observar en el cuadro 7, que los aprovechamientos mejorados han reducido la disturbación por los diferentes factores conforme el tiempo avanza, lo cual podría ser considerado como parte del manejo sostenible del bosque húmedo de la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.

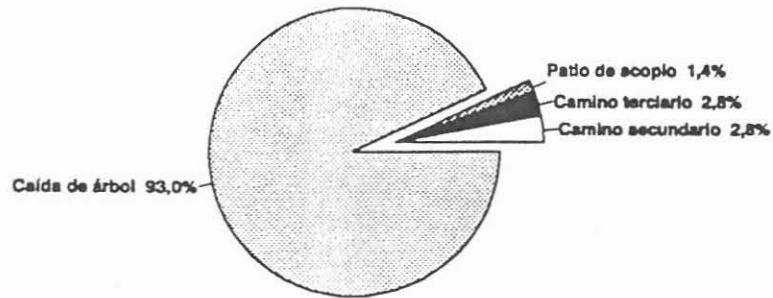


Gráfico 6. Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional 1989.

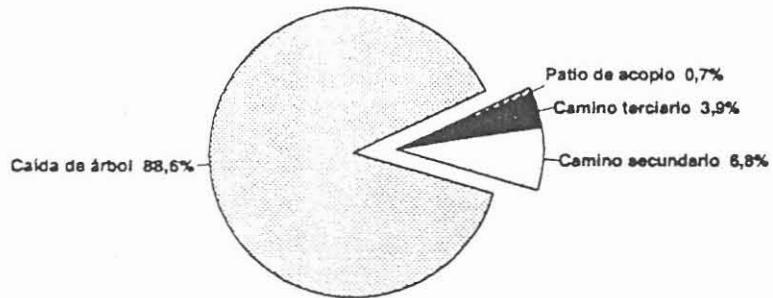


Gráfico 7. Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional 1992.

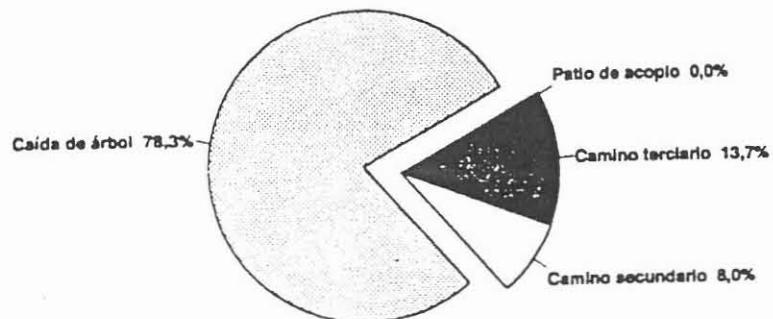


Gráfico 8. Factores de disturbios - Aprovechamiento tradicional 1994.

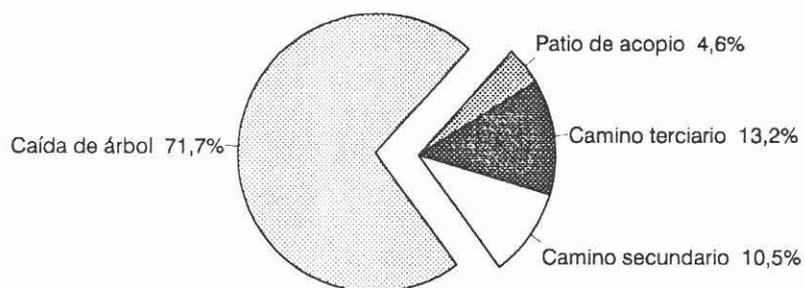


Gráfico 9. Factores de disturbios ocasionados por el aprovechamiento mejorado de 1992.

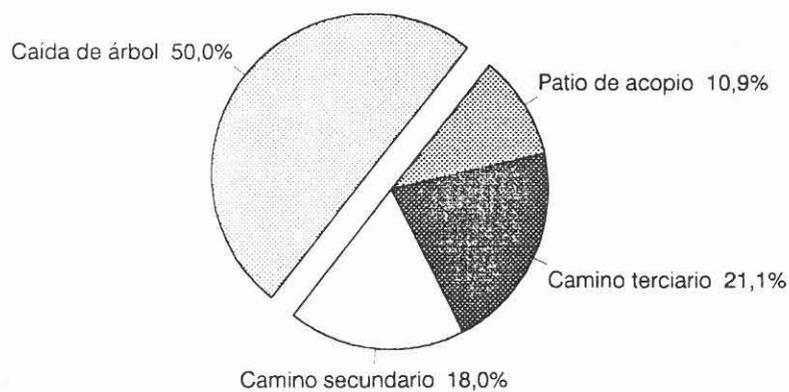


Gráfico 10. Factores de disturbios ocasionados por el aprovechamiento mejorado de 1994.

6.1.2. Caracterización del daño en los árboles y en el área basal remanente

La evaluación del efecto del aprovechamiento forestal sobre los árboles remanentes, esta expresado porcentualmente en términos de número de individuos y área basal. En el cuadro 8, se presentan los resultados de la evaluación de daños en los individuos remanentes comerciales para cada unidad de bosque o tratamiento experimental.

Cuadro 8. Evaluación del daño del aprovechamiento forestal sobre los árboles y el área basal remanente comercial.

| Tratamiento experimental | Arboles evaluados (N) | Arboles dañados (N) | Área basal dañada (m ²) | Daños por hectárea | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|--------------------|-------|------|-------|
| | | | | N | % | AB | % |
| TRAD1989 | 127 | 21 | 1.95 | 50.00 | 16.54 | 4.65 | 17.02 |
| TRAD1992 | 127 | 16 | 1.10 | 38.20 | 12.64 | 2.60 | 9.24 |
| TRAD1994 | 113 | 21 | 1.38 | 49.90 | 18.58 | 3.28 | 17.71 |
| MEJO1992 | 135 | 10 | 1.10 | 23.85 | 7.42 | 2.65 | 8.24 |
| MEJO1994 | 150 | 15 | 0.80 | 35.60 | 9.98 | 1.96 | 6.65 |

El cuadro 8 muestra, que la mayor proporción de individuos dañados, y área basal dañada se registró en los aprovechamientos tradicionales, específicamente en el aprovechamiento tradicional¹¹ de 1994.

En los aprovechamientos mejorados, el mayor porcentaje de individuos dañados se produjo en el aprovechamiento de 1994, dañándose 15 árboles de 150 evaluados (10%). En estos aprovechamientos, el mayor porcentaje de área basal dañada se registró en el aprovechamiento mejorado de 1992, estimándose el daño a los árboles remanentes en 7.42%, y en 8.24% en relación al área basal total remanente. En contraste, en el

11 Este aprovechamiento es considerado ilegal, ya que no existió ningún documento técnico o administrativo que validara tal situación ante la Dirección General Forestal (DGF-MIRENEM).

aprovechamiento mejorado de 1994, el porcentaje de daño producido a los árboles remanentes alcanzó 9.98% y 6.65% en área basal. Esto podría indicar que la mayor proporción de individuos afectados poseen diámetros menores (pequeños), y por lo tanto aportan menos área basal. En función de este resultado, se podría llegar a especular que con la tala dirigida el operario decide sacrificar o afectar árboles con diámetros pequeños en favor de dejar árboles con diámetros mayores para las futuras cosechas.

En el cuadro 9, se presenta el daño obtenido en los árboles remanentes por tipo de daño expresado en número y área basal remanente comercial.

Cuadro 9. Evaluación del aprovechamiento forestal por tipo de daño sobre árboles y área basal remanente comercial.

| Tratamiento experimental | Arboles evaluados (N) | Sin daños (N) | Con daños | | | | T o t a l e s | | | |
|--------------------------|-----------------------|---------------|-----------|-------|--------------|---------|---------------|-------|------|-------|
| | | | Copa | Fuste | Copa y fuste | Muertos | N | % | AB | % |
| TRAD1989 | 127 | 106 | 3 | 4 | 6 | 8 | 21.0 | 16.54 | 1.95 | 17.02 |
| TRAD1992 | 127 | 111 | 1 | 4 | 2 | 9 | 16.0 | 12.64 | 1.10 | 9.24 |
| TRAD1994 | 113 | 92 | 2 | 13 | 1 | 5 | 21.0 | 16.58 | 1.38 | 17.71 |
| MEJO1992 | 135 | 125 | 1 | 4 | 2 | 3 | 10.0 | 7.42 | 1.10 | 8.24 |
| MEJO1994 | 150 | 135 | 2 | 3 | 2 | 8 | 15.0 | 9.98 | 0.80 | 6.65 |

Se puede apreciar que el mayor porcentaje de daño en cuanto a número de árboles y área basal se registró en los aprovechamientos tradicionales. En cambio en los aprovechamientos mejorados este porcentaje de daño resultó ser menor. Esto, significa que los aprovechamientos mejorados en promedio reducen el daño a los árboles y al área basal remanente en 57% y 51% respectivamente.

En el gráfico 11, se presenta el daño producido por el aprovechamiento tradicional de 1989, 1992 y 1994 en términos de número de árboles y área basal. Nótese que los daños obtenidos en la remanencia boscosa es superior si se compara con los daños

producidos por los aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994. En el gráfico 12, se presenta el efecto del aprovechamiento sobre el número de árboles y área basal, para los aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994.

El gráfico 12.a, y 12.b, muestra que la gran mayoría de los árboles remanentes con DAP ≥ 10 cm, no fueron afectados por el aprovechamiento. En realidad, el efecto causado por el aprovechamiento mejorado en número de árboles y área basal es insignificante si se compara con los daños producidos por los aprovechamientos tradicionales.

El porcentaje de árboles dañados en el aprovechamiento mejorado de 1994 se reduce al observarlo desde el punto de vista del área basal. Esto podría indicar que la mayor proporción de árboles dañados poseen diámetros menores, dando como resultado la obtención de menos área basal.

Gráfico 11. Caracterización del daño producido por el aprovechamiento tradicional de 1989, 1992 y 1994, a los árboles y al área basal remanente.

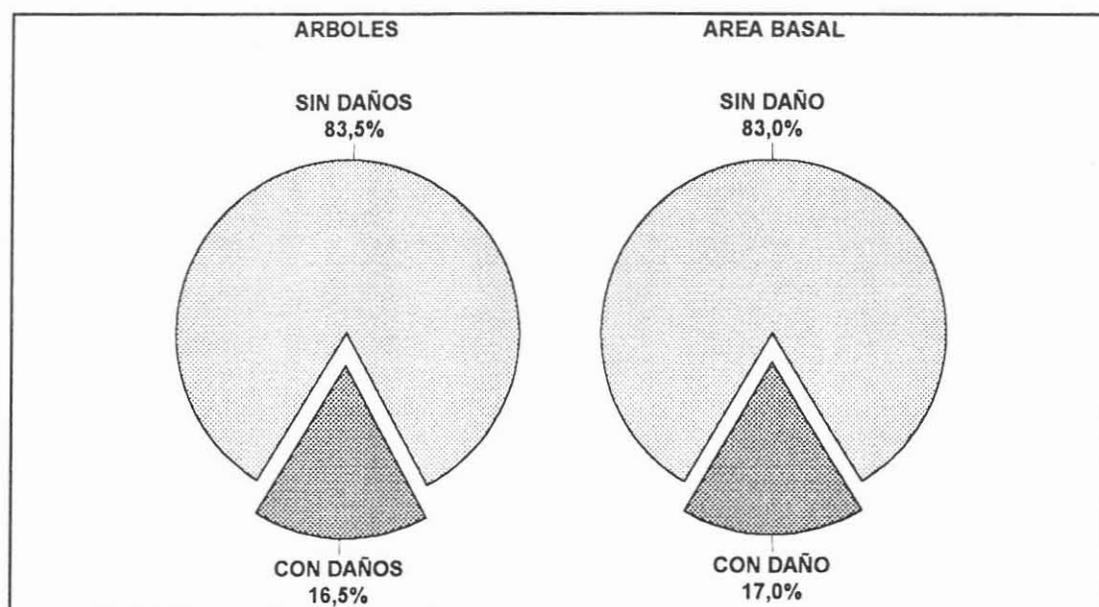


Gráfico 11.a. Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1989.

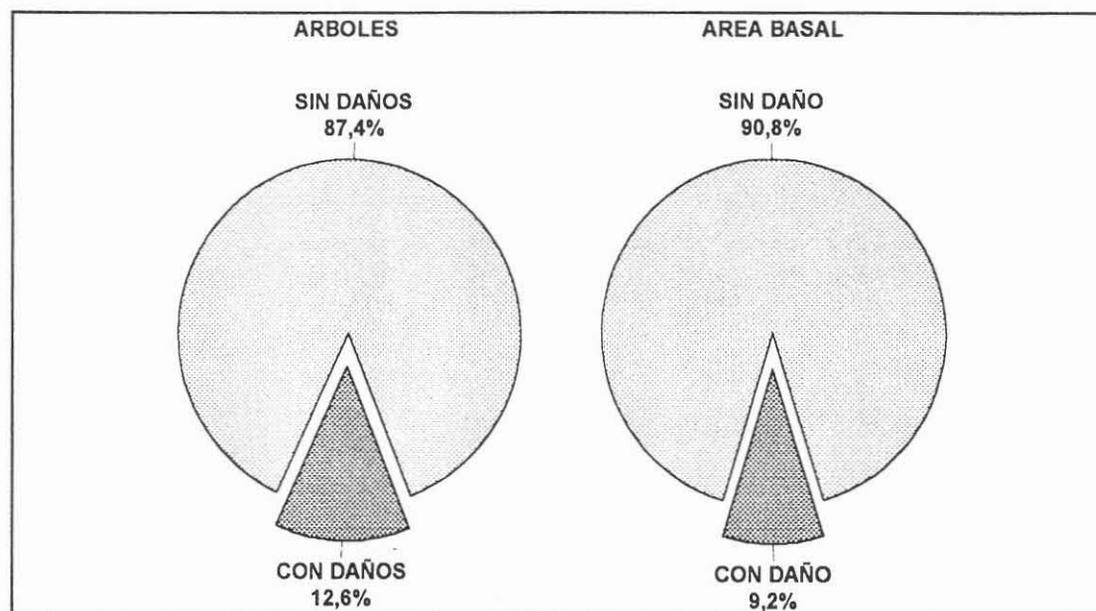


Gráfico 11.b. Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1992.

continua

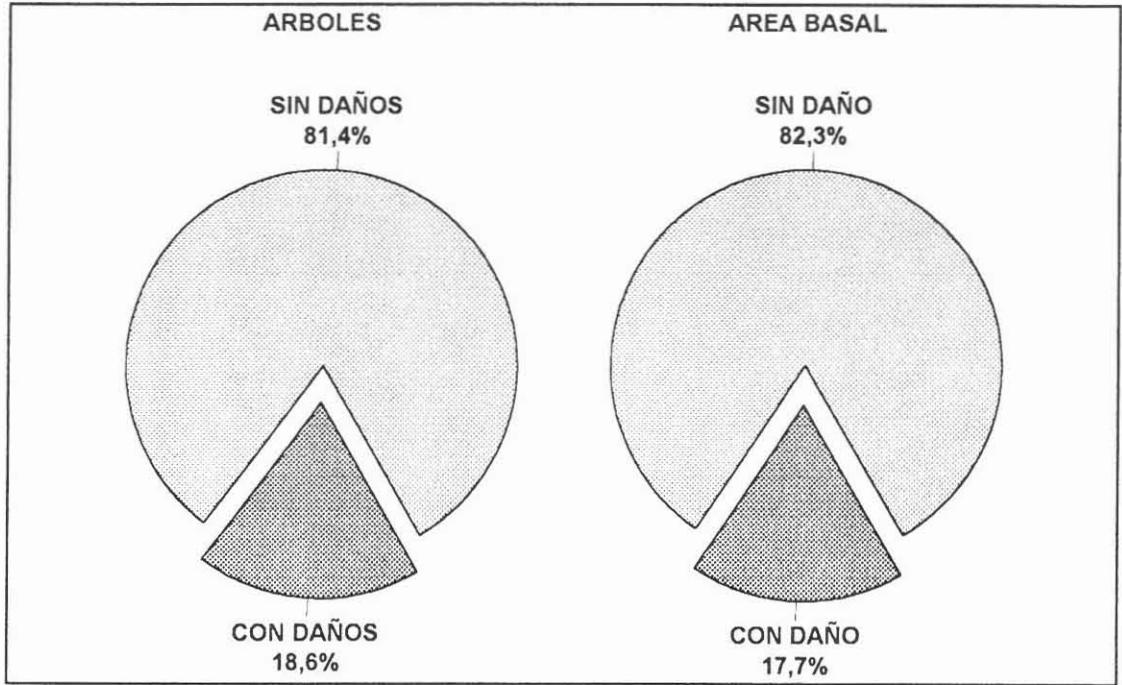


Gráfico 11. c. Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento tradicional de 1994.

Gráfico 12. Caracterización del daño producido por el aprovechamiento mejorado de 1992 y 1994 a los árboles y al área basal remanente.

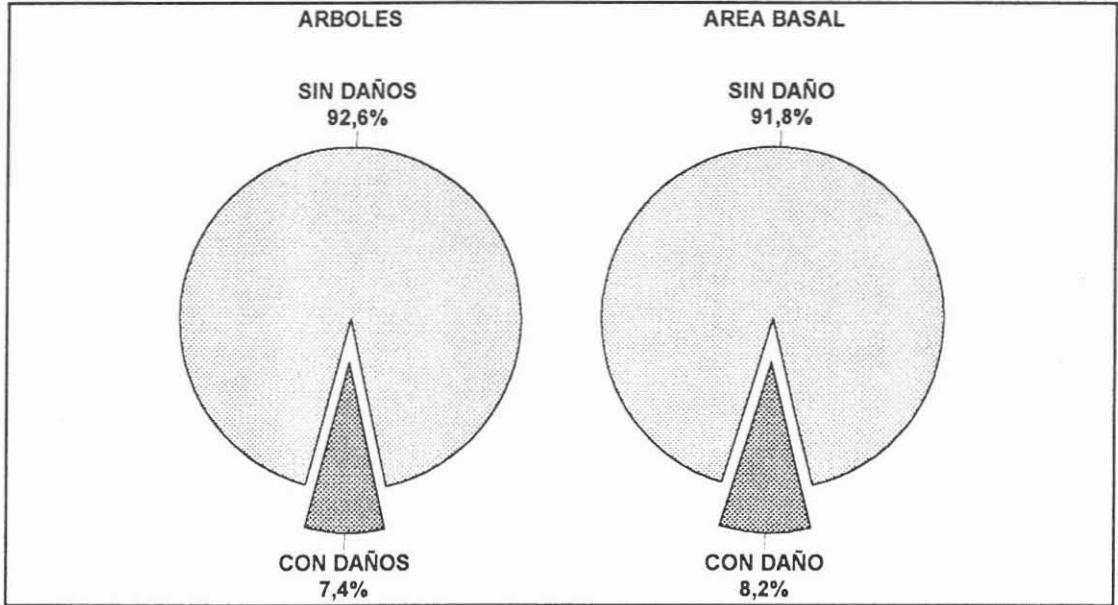


Gráfico 12 a. Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento mejorado de 1992.

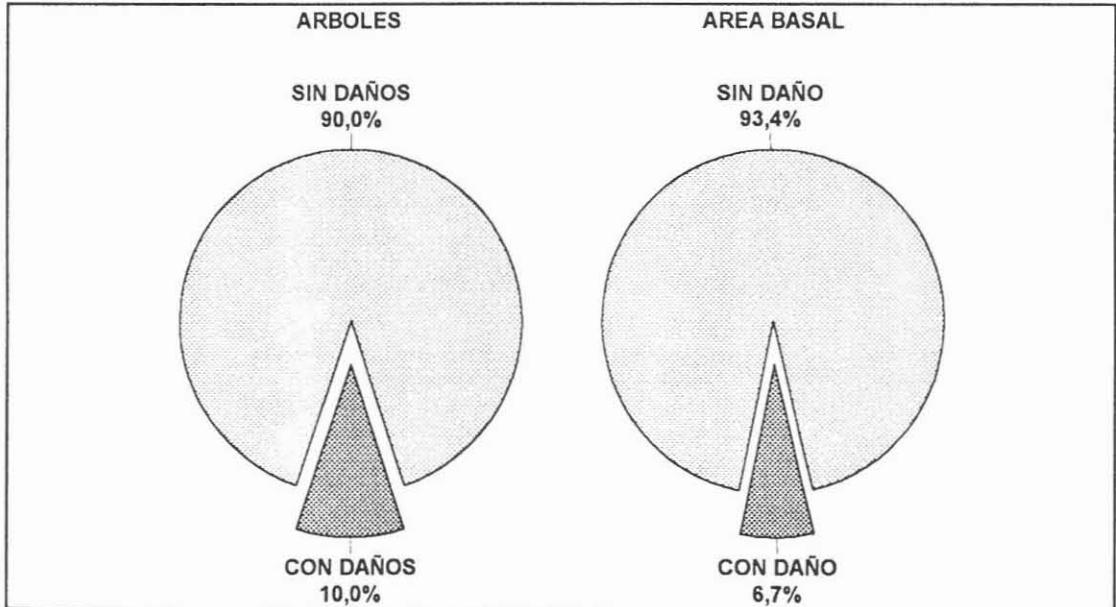


Gráfico 12. b. Proporción del daño en los árboles y en el área basal remanente ocasionado por el aprovechamiento mejorado de 1994.

6.2. Caracterización estructural de la población arbórea

6.2.1. Abundancia poblacional por tratamiento experimental

Se muestra la abundancia poblacional para cada tratamiento experimental con el objetivo de observar su potencial actual, y a la vez verificar diferencias o similitudes por categoría de tamaño de vegetación entre los tratamientos, haciendo énfasis en el tiempo. En el cuadro 10, se presenta la distribución del número de individuos por categoría de tamaño expresado en hectárea.

Cuadro 10. Distribución del número de individuos por categoría de tamaño para cada tratamiento experimental (N/ha).

| Tratamiento experimental | Brinzales (0.3m -4.9 cm DAP) | | Latizales (5 cm -9.9 cm DAP) | | Arboles (≥ 10 cm DAP) | | Total | |
|--------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|-----|--------------------------|------|----------|-----|
| | N/ha | % | N/ha | % | N/ha | % | N/ha | % |
| TEST1995 | 7,786 | 91.1 | 371.4 | 4.3 | 388.1 | 4.51 | 8,545.5 | 100 |
| TRAD1989 | 10,337 | 92.3 | 561.9 | 5.0 | 297.6 | 2.7 | 11,196.5 | 100 |
| TRAD1992 | 8,173 | 92.4 | 361.9 | 4.1 | 307.1 | 3.5 | 8,842.0 | 100 |
| TRAD1994 | 9,878 | 94.3 | 352.4 | 3.4 | 247.6 | 2.4 | 10,478.0 | 100 |
| MEJO1992 | 14,224 | 94.6 | 485.7 | 3.2 | 321.4 | 2.1 | 15,031.1 | 100 |
| MEJO1994 | 12,561 | 93.7 | 495.2 | 3.7 | 354.8 | 2.6 | 13,411.0 | 100 |

En el cuadro 10, se aprecia que en los tratamiento mejorados ("MEJO1992") y ("MEJO1994"), el número de brinzales supera al número obtenido en el bosque testigo y en el de los aprovechamientos tradicionales. Esto, quizás sea debido, por la baja cantidad y calidad de luz que llega al piso del bosque testigo. Según Clark y Clark (1987), en los bosques tropicales el factor luz es la gradiente principal para la regeneración activa de individuos/especies. En cambio, en los tratamientos tradicionales, la alta disturbación (compactación del suelo), causada por los aprovechamientos, es tal vez el factor limitante de la poca abundancia de brinzales. Para la categoría de tamaño latizal, los aprovechamientos mejorados superan en

número a lo obtenido por los aprovechamientos tradicionales de 1992 y 1994, y a lo obtenido en el bosque testigo. Sin embargo, en la clase de tamaño árboles, a excepción del bosque testigo, los aprovechamientos mejorados también superan en número a lo obtenido por los aprovechamientos tradicionales.

Con la información anterior, se podría especular que con las operaciones del aprovechamiento tradicional, las condiciones microclimáticas que rodean la superficie boscosa (suelo), queda altamente afectada, pues, si se hace una comparación de densidad con el aprovechamiento tradicional de 1994 y el mejorado de 1994, el número de brinzales es 27.2% más en el aprovechamiento mejorado. Esto, podría ser un indicador de que realmente en las operaciones del aprovechamiento tradicional, la superficie boscosa es muy afectada o removida por la infraestructura forestal y por las operaciones de tala y arrastre.

Además, el mismo cuadro muestra que para los "Árboles", los aprovechamientos mejorados superan en densidad a los aprovechamientos tradicionales, lo que podría ser un indicador de que en estos aprovechamientos la extracción de los árboles a cosechar fue respetada, en cambio, parece ser que en los aprovechamientos tradicionales el número de individuos extraídos fue duplicada, si se hace una comparación con el número de individuos obtenidos en el bosque testigo.

6.2.1.1. Caracterización de la abundancia en la regeneración natural por tratamiento experimental.

En el presente acápite, se brinda información sobre la abundancia de brinzales y latizales por grupo comercial, especies comerciales y por sus condiciones de iluminación. En el gráfico 13, se muestra la abundancia de brinzales por grupo comercial para cada uno de los tratamientos experimentales.

Según el gráfico 13, en todos los tratamientos experimentales domina el grupo comercial

deseable. Sin embargo, en el tratamiento mejorado de 1992 ("MEJO1992"), se observa una mayor abundancia de brinzales en los grupos comerciales deseables y aceptables.

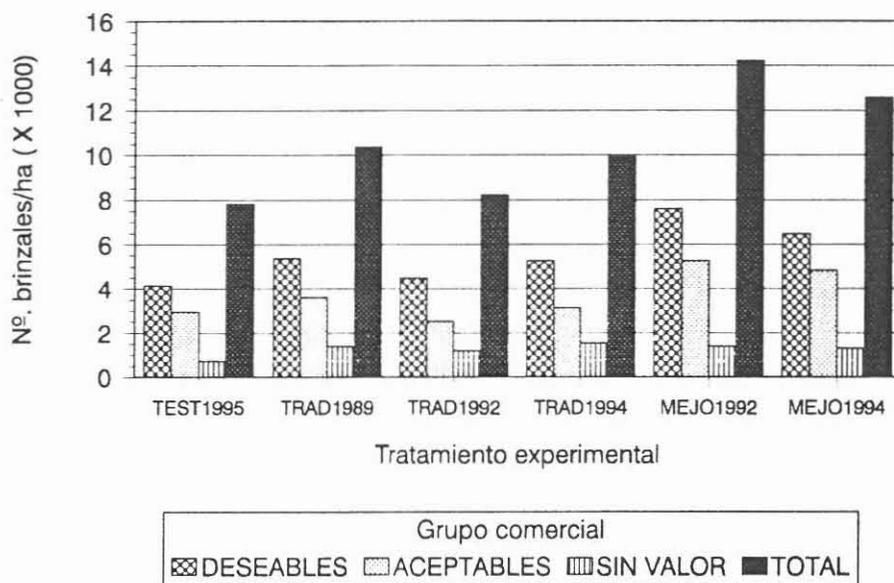


Gráfico 13. Abundancia de brinzales por grupo comercial para cada tratamiento experimental.

Un segundo orden de importancia lo ocupa el tratamiento mejorado de 1994 ("MEJO1994"), en el que también sobresalen las especies comerciales deseables y aceptables. Nótese además, que la menor abundancia se observa en el tratamiento experimental "testigo", y en el tradicional de 1992. En el caso del bosque testigo, esta poca abundancia de individuos en estado de brinzales, se debe quizás a que este bosque no ha sido sujeto a intervenciones madereras por lo que mantiene su densidad demográfica normal ó en equilibrio. Sin embargo, en el bosque con aprovechamiento tradicional de 1992 pareciera que ocurre lo mismo. Esta situación tal vez es explicada aparentemente por la baja intensidad del aprovechamiento forestal practicado en esta unidad de bosque. Aunque el grupo de *especies sin valor comercial* en este experimento ("TRAD1992"), alcanzó cifras de hasta un 60% más que lo obtenido en el tratamiento

experimental "testigo". En el gráfico 14, se observa la abundancia de especies por grupo comercial para la clase de tamaño brinzal. Note, que el mayor número de especies por hectárea lo presenta el tratamiento experimental mejorado de 1992 (este mismo tratamiento presentó el mayor número de individuos), seguido por el tratamiento experimental mejorado de 1994.

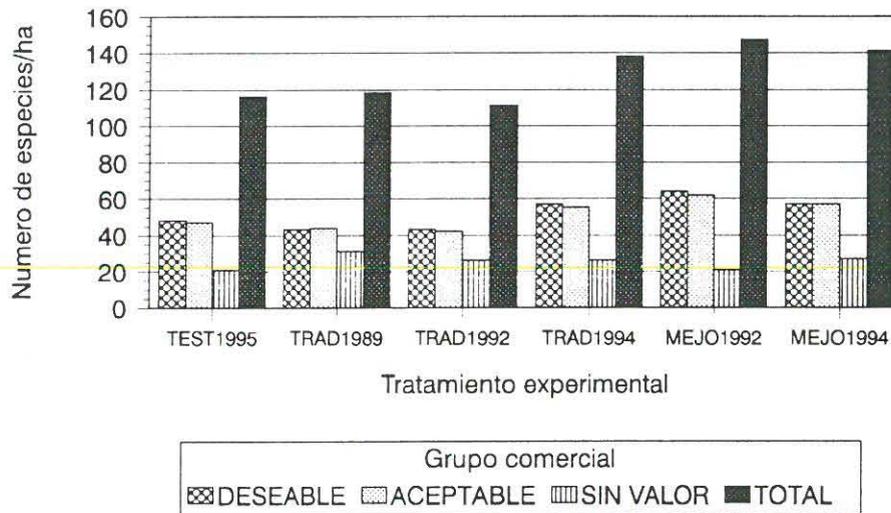


Gráfico 14. Abundancia de especies por grupo comercial para la categoría de tamaño brinzal.

Observe que las especies deseables y aceptables se distribuyen con similar proporción en todos los tratamientos experimentales. Solamente en el tratamiento experimental tradicional de 1992, el número de especies totales es menor y esto se refleja en el número de individuos deseables y aceptables.

En el gráfico 15, se presenta la abundancia de brinzales por clase de calidad de iluminación. Los resultados indican, que en este estado de tamaño, casi todos los tratamientos poseen buenas condiciones de iluminación.

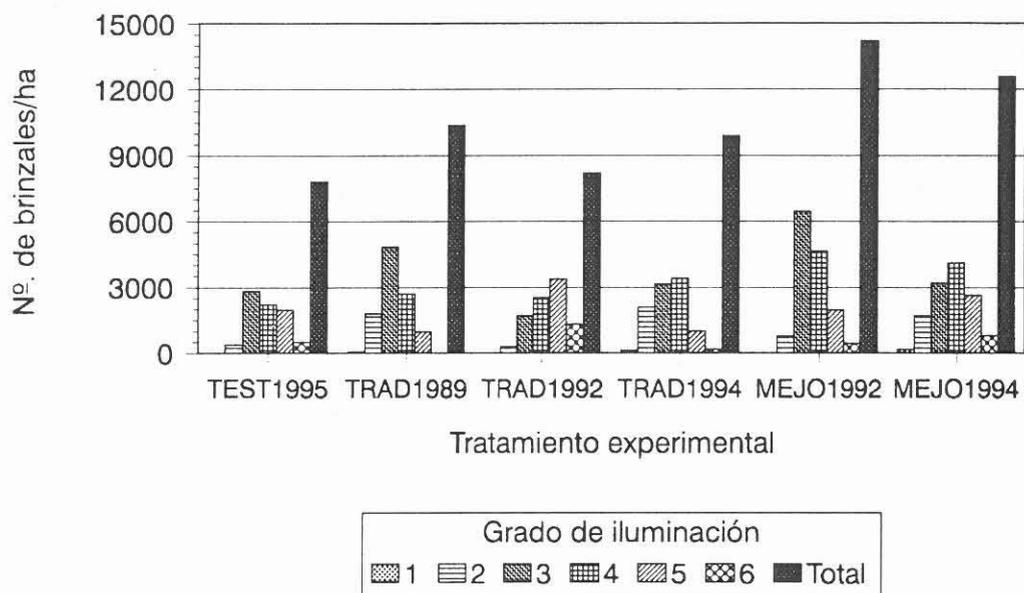


Gráfico 15. Abundancia de brinzales por grado de calidad de iluminación por tratamiento experimental.

En el gráfico 16, se presenta la abundancia de latizales por grupo comercial para cada tratamiento experimental. Observe que el mayor número de individuos se estimó en el tratamiento tradicional de 1989.

Este incremento tal vez sea debido, a que en esta unidad de bosque el aprovechamiento forestal se práctico hace 6 años, y pudo haber proporcionado suficiente luz (apertura del dosel), para incrementar el desarrollo de individuos del sotobosque que requerían de esta gradiente para crecer aún más.

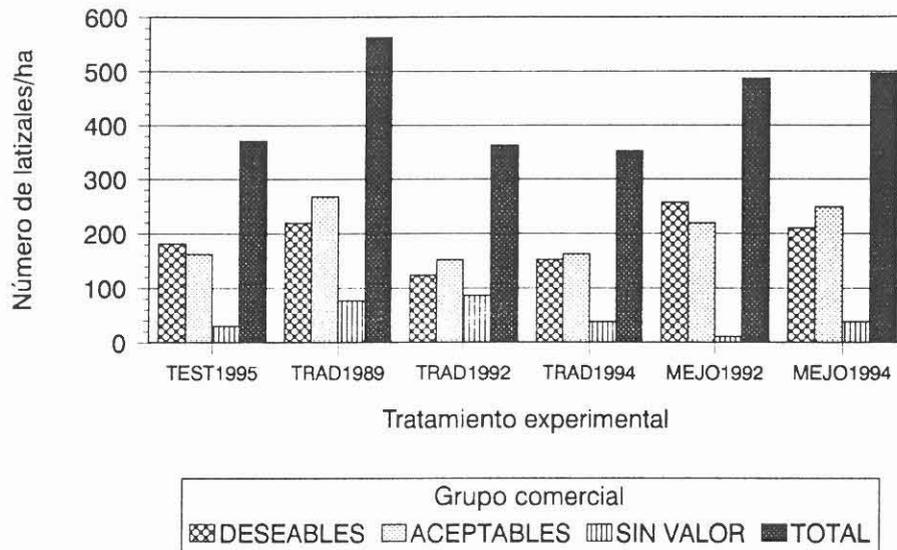


Gráfico 16. Abundancia de latizales por grupo comercial para cada tratamiento experimental.

En el gráfico 16, se observa que los aprovechamientos mejorados, son los que presentan el mayor número de individuos por grupo comercial. De igual forma que en número de individuos, el tratamiento experimental "testigo", presenta el menor número de especies por grupo comercial al compararlo con los demás tratamientos.

En el gráfico 17, se presenta la abundancia de especies para la categoría de tamaño latizal expresada en hectárea. Observe que el tratamiento tradicional de 1989, presenta el mayor número de especies, a como lo presentó con el mayor número de individuos.

Sin embargo, los tratamientos experimentales mejorados de 1992 y 1994, presentan una cantidad de especies similar a la encontrada en el tratamiento tradicional de 1989.

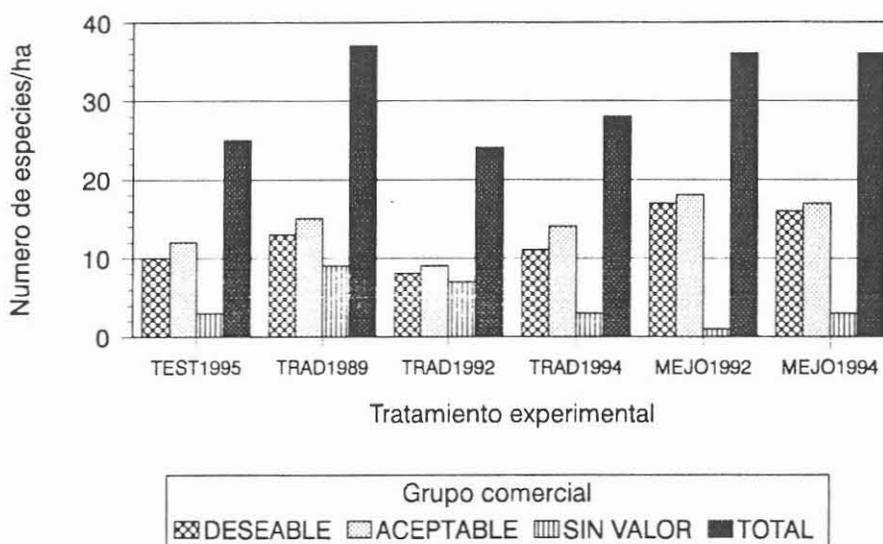


Gráfico 17. Abundancia de especies por grupo comercial para la categoría de tamaño latizal.

En el gráfico anterior se nota que tanto en el tratamiento experimental tradicional 1992, como en el tratamiento experimental testigo, el número de especies es similar, lo cual podría indicar que el bosque con aprovechamiento tradicional en 1992 conserva una estructura actualmente aprovechable, aunque en este tratamiento y en el tratamiento tradicional de 1989 se estimó una mayor proporción de especies sin valor comercial.

En el gráfico 18, se presenta la abundancia de latizales por grado de calidad de iluminación. Según el gráfico, el bosque testigo presenta menos iluminación, al igual que los tratamientos aprovechados a través del método mejorado. En el aprovechamiento tradicional de 1994, la clase de iluminación # 6 (nada directa), es la que menos proporción adquirió, lo cual indica que el bosque se encuentra bien iluminado, o este no posee mucha abundancia de árboles grandes que por lo general presentan copas muy frondosas.

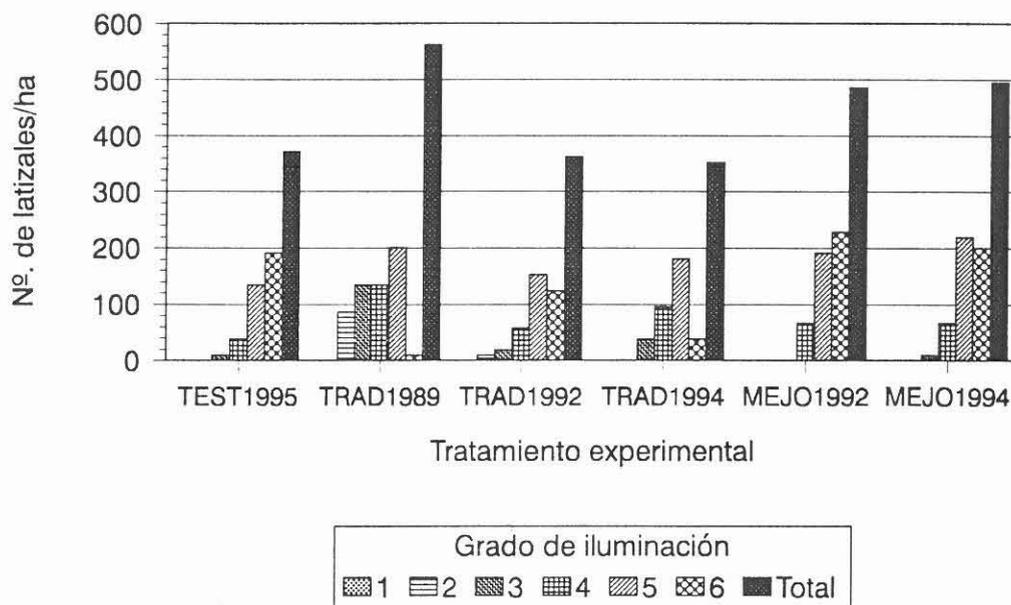


Gráfico 18. Abundancia de latizales por clase de calidad de iluminación.

En cambio, los latizales presentes en los tratamientos mejorados y el bosque testigo se encuentran en una situación de poca luz, es decir, que aún existe mucha dominancia (área basal significativa), de árboles con diámetros considerables (grandes). A este nivel de clase de tamaño, ya se observan las tendencias sobre el grado de iluminación que cada bosque presenta actualmente y a través del tiempo.

En realidad, los latizales presentes en el bosque "testigo", se encuentran en condiciones de iluminación no muy adecuadas.

6.2.2. Caracterización estructural de los árboles ≥ 10 cm DAP

6.2.2.1. Estructura y composición florística

En el presente acápite, se muestran los resultados del análisis de la estructura arbórea para cada unidad de bosque o tratamiento experimental. En las unidades de bosque que fueron aprovechadas por el método tradicional o mejorado, se utilizan únicamente los árboles que no fueron dañados por las operaciones del tipo de aprovechamiento forestal. En el gráfico 19, se presenta la distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial para el bosque primario no intervenido ("testigo"). En los gráficos 20, 21 y 22, se muestra la distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial para las unidades de bosque que fueron aprovechadas a través del método tradicional, y en los gráficos 23 y 24, se representa la distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial para las unidades de bosque aprovechadas bajo el método mejorado.

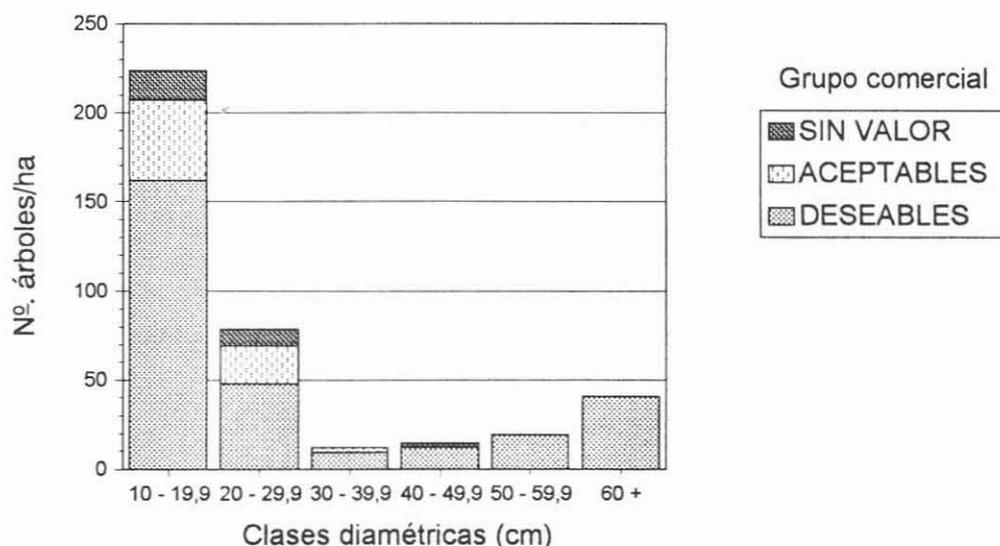


Gráfico 19. Distribución diamétrica del número de árboles por grupo comercial. Bosque primario no intervenido en 1995 ("TEST1995").

En el gráfico anterior se presenta la distribución diamétrica del número de árboles por

grupo comercial estimada en el bosque considerado en el presente estudio como "testigo". Este bosque, fue utilizado para hacer algunas comparaciones con los bosques que fueron aprovechados a través del método tradicional o mejorado. Nótese que la distribución diamétrica por grupo comercial en el bosque, presenta una distribución irregular no muy definida si se compara con la típica curva de la "**J invertida**", que muchas veces es utilizada como parámetro indicador de la estructura diamétrica normal que deberían presentar los bosques primarios no intervenidos.

Según la distribución, el bosque aparentemente carece de individuos en las clases diamétricas intermedias (30 - 49.9 cm), pero en realidad los individuos presentes en estas categorías son suficientes o adecuados como para indicar que el bosque se encuentra en condiciones normales para un aprovechamiento forestal, en el cual se considere la estructura diamétrica como base principal para el desarrollo sostenible del mismo. Sin embargo, esta distribución, podría ser explicada quizás por la dinámica de crecimiento del bosque en la zona de estudio. La distribución de este bosque, es muy similar a las obtenida en los bosques que fueron aprovechados a través del método mejorado o de bajo impacto.

Podría afirmarse entonces, que el aspecto irregular de la distribución diamétrica del bosque testigo, es solamente una apariencia, pues el número de individuos por clase de tamaño aún sobrepasa el rango indicativo del grado de ocupación de individuos comerciales propuesto por Dawkins (1961). Este grado de ocupación, refiere a que en un bosque natural primario, se debe de cuantificar un número adecuado de individuos valiosos por unidad de área (hectárea), y distribuidos por clases de tamaños, en donde las principales especies deben estar distribuidas equitativamente entre el número de individuos requeridos, asegurando así la producción sostenible.

Según el autor, en un bosque natural, deberían existir de 150 - 500 latizales valiosos por hectárea; de 100 - 150 individuos valiosos por hectárea en la clase diamétrica de 10 - 20 cm de DAP; de 50 - 75 individuos valiosos por hectárea en las clases diamétricas de 20 -

50 cm de DAP y de 37 - 50 individuos valiosos por hectárea en las clases diamétricas ≥ 50 cm de DAP. Sin embargo, el autor continua explicando que un bosque estaría exento de riesgos, si existen después del aprovechamiento 100 árboles comerciales (entre 10 y 20 cm de DAP), por hectárea que sean capaces de competir exitosamente y desarrollarse adecuadamente.

Efectivamente, el bosque primario no intervenido considerado como "testigo" en el presente estudio, contiene una adecuada proporción de especies e individuos valiosos por clase de tamaño que lo acreditan como bosque normal según el grado de ocupación de Dawkins. Las clases de tamaños a las que Dawkins (1961), hace referencia son; fustales para la clase diamétrica de 10 - 20 cm de DAP; adolescentes para las clases diamétricas de 20 - 50 cm de DAP y maduros para las clases diamétricas ≥ 50 cm de DAP. En base a este criterio, el bosque primario no intervenido podría considerarse como un bosque de estructura diamétrica irregular normal. Es importante indicar que el incremento aparentemente no normal en el número de árboles de la clase diamétrica ≥ 60 cm de DAP, se debe a que el bosque esta sobremaduro, pues el número de individuos mayores a 60 cm de DAP, es muy abundante al compararlos con los individuos de las clases diamétricas intermedias, pero esta apariencia podría ser la manera de como se encuentra distribuido un bosque natural no intervenido en la zona de estudio.

Según el cuadro 11, este bosque cuenta con 388.1 árboles/ha, a partir de 10 cm DAP, lo que proporcionan un área basal de 48.96 m²/ha. Específicamente se observa que el 57.7% del total de árboles se concentra en la clase diamétrica de 10 - 19.9 cm, y el 20.3% en la categoría diamétrica de 20 - 29.9 cm. El 81% del total de árboles se encuentran distribuidos en las clases diamétricas de 10 - 39.9 cm. Esto indica que a partir de 40 cm de DAP, la proporción del número de árboles adquiere el 19% del total.

Cuadro 11. Abundancia [N = árboles/ha] y dominancia [G = m²/ha] por tratamiento experimental.

| TRATAMIENTO EXPERIMENTAL | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|---------|------|-------|-------|
| | 10 - 19.9 | | 20 - 29.9 | | 30 - 39.9 | | 40 - 49.9 | | 50 - 59.9 | | ≥ 60 cm | | TOTAL | |
| | N | G | N | G | N | G | N | G | N | G | N | G | N | G |
| TEST1995 | 223.8 | 5.49 | 78.6 | 3.73 | 11.9 | 0.97 | 14.3 | 2.28 | 19.0 | 4.35 | 40.5 | 32.1 | 388.1 | 48.96 |
| TRAD1989 | 161.9 | 2.47 | 66.7 | 3.22 | 19.0 | 1.75 | 16.7 | 2.74 | 7.2 | 1.68 | 26.2 | 12.0 | 297.6 | 23.93 |
| TRAD1992 | 152.4 | 2.16 | 54.8 | 2.69 | 28.6 | 2.45 | 21.4 | 3.15 | 14.3 | 3.08 | 35.7 | 14.1 | 307.1 | 27.85 |
| TRAD1994 | 138.1 | 2.44 | 54.8 | 2.27 | 23.8 | 2.37 | 14.3 | 2.22 | 4.9 | 1.08 | 11.9 | 5.60 | 247.6 | 15.99 |
| MEJO1992 | 183.3 | 2.60 | 61.9 | 2.89 | 23.8 | 2.21 | 9.6 | 1.59 | 9.5 | 2.13 | 33.3 | 18.9 | 321.4 | 30.41 |
| MEJO1994 | 188.1 | 2.94 | 76.2 | 3.53 | 19.0 | 1.91 | 28.6 | 4.62 | 11.9 | 2.64 | 31.7 | 12.8 | 354.8 | 28.43 |

N = número total de árboles por hectárea [N = árboles/ha].

G = área basal total por hectárea [G = m²/ha].

Existe una cantidad relativamente alta de árboles de considerable grosor: se encuentran hasta 32.1 árboles/ha arriba de 60 cm de DAP, los cuales proporcionan el 65.6% del área basal total (32.14m²/ha). Estos árboles se encuentran dentro del grupo comercial deseable, y pertenecen a 7 especies que de acuerdo a su mayor dominancia o valor en área basal [G=m²/ha], se ordenan de la siguiente forma: *Vochysia ferruginia*, *Carapa guianensis*, *Dialium guianensis*, *Terminalia amazonia*, *Pentaclethra macroloba*, *Protium costaricensis* e *Inga coruscans*.

El 33.3.% del área basal total comercial \geq 60 cm de DAP, lo produce la especie *Vochysia ferruginia*, (9.5 árboles/ha y 10.71m²/ha), el 24.7% lo proporciona la especie *Carapa guianensis*, (7.10 árboles/ha y 7.93 m²/ha), un 15.3% esta representado por la especie *Dialium guianensis*, (9.5. árboles/ha y 4.92 m²/ha), y el 12.1% lo constituye la especie *Terminalia amazonia*, (2.4 árboles/ha y 3.88 m²/ha). El restante 14.6% de área basal (4.7m²/ha), se distribuye en las especies *Pentaclethra macroloba*, *Protium costaricensis* e *Inga coruscans*, todas comerciales.

En el gráfico 20, se observa la distribución diamétrica correspondiente a la del aprovechamiento tradicional de 1989. Esta distribución, asemeja a una estructura diamétrica irregular aceptable para un bosque que ha sido intervenido de forma tradicional. Al comparar, dicha distribución ("TRAD1989") con la del bosque "testigo", se aprecia que no hay diferencias muy marcadas en toda la distribución, aunque numéricamente existen diferencias en el número de individuos y especies por clase diamétrica. Solamente, se observa diferencia en la clase diamétrica de 50 - 59.9 cm, lo que posiblemente indica que en las extracciones de los árboles, no se consideraron diámetros mínimos de cortas [DMC], debido al método de aprovechamiento forestal.

En efecto, el número de individuos **sin valor comercial**, es muy notorio en las clases diamétricas de 10 - 29.9cm, si se compara con el número de individuos sin valor comercial obtenidos en esta misma clase diamétrica en el bosque "testigo".

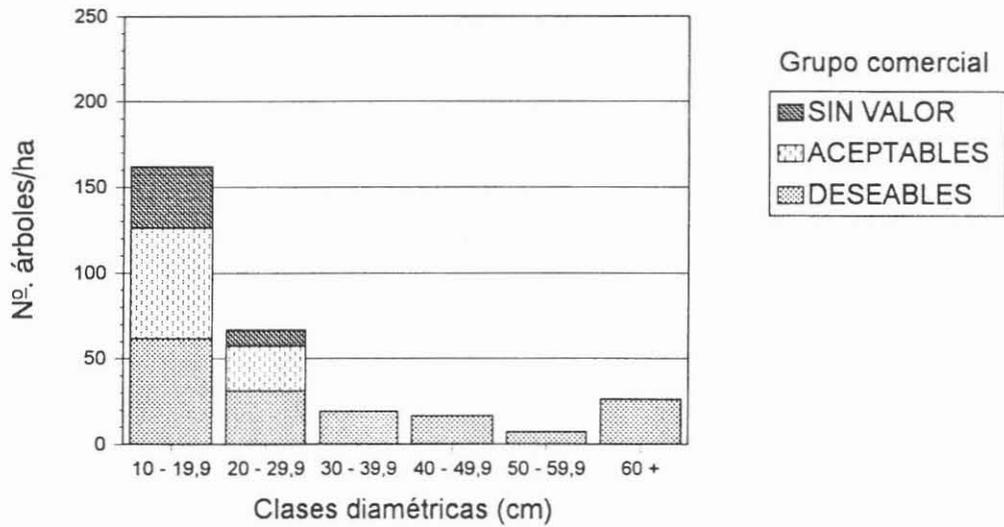


Gráfico 20. Distribución diamétrica del número de árboles [DAP ≥ 10 cm]. Aprovechamiento tradicional de 1989 ("TRAD1989").

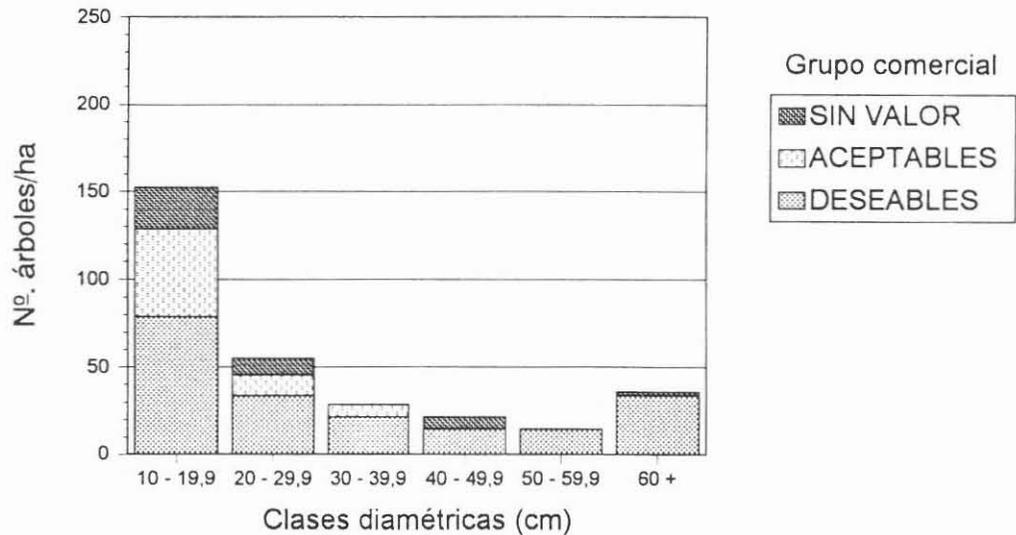


Gráfico 21. Distribución diamétrica del número de árboles [DAP ≥ 10 cm]. Aprovechamiento tradicional de 1992 ("TRAD1992").

Nótese que al igual que en el bosque testigo, en las clases diamétricas intermedias y superiores no se registraron especies sin valor comercial. Según la distribución diamétrica, en esta unidad de bosque - aprovechamiento tradicional de 1989 - el número total de árboles comerciales por clase diamétrica es inferior al total de árboles

comerciales registrados por clase diamétrica en el bosque "testigo". En esta unidad de bosque, se estimaron 26.2 árboles/ha \geq 60 cm de DAP, los que proporcionaron un área basal de 12.07m²/ha. Las especies más dominantes resultaron ser: *Pentaclethra macroloba*, con 16.7 árboles/ha y 7.84 m²/ha, *Dussia macrophyllata* con 2.4 árboles/ha y 1.52 m²/ha, *Vochysia ferruginia* con 4.8 árboles/ha y 1.44 m²/ha, y *Tabebuia rosea* con 2.4 árboles/ha y 1.27 m²/ha de área basal.

Del área basal total comercial (\geq 60 cm DAP), el 65% lo proporcionó la especie *Pentaclethra macroloba*, el 12.6% es producido por la especie *Dussia macrophyllata*, el 11.9% esta conformado por la especie *Vochysia ferruginia* y un 10.5% fue proporcionado por la especie *Tabebuia rosea*.

En el gráfico 21, se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por grupo comercial para el aprovechamiento tradicional de 1992. La distribución diamétrica que presenta este bosque podría considerarse normal.

Al igual que en el aprovechamiento tradicional de 1989, el aprovechamiento tradicional de 1992, ("TRAD1992"), muestra en su distribución diamétrica, que el número de individuos de especies comercializables por clase diamétrica es superior al número de individuos de especies sin valor comercial. Se observa además, que la distribución diamétrica del aprovechamiento tradicional de 1992 es similar a la distribución obtenida en el aprovechamiento tradicional de 1989. Sin embargo, puede notarse que el grupo de las especies sin valor comercial esta presente en casi toda la distribución diamétrica lo que podría indicar que a través del tiempo (3 años después del aprovechamiento), las especies sin valor comercial se enlistan en toda la estructura horizontal y vertical del bosque.

En esta unidad de bosque ("TRAD1992"), se estimaron 35.7 árboles/ha a partir de 60 cm de DAP, , los cuales produjeron un área basal equivalente a 14.15 m²/ha. Del área basal total [27.85 m²/ha], el 6.7% corresponde al grupo comercial sin valor actual, el restante 93.3% esta concentrado dentro del grupo comercial deseable.

Las especies arbóreas más dominantes (DAP \geq 60cm), resultaron ser *Pentaclethra maculosa*, especie que alcanzó el 52.8% del área basal total, *Carapa guianensis* con un área basal estimable en 17.9%, las especies; *Vochysia ferruginia*, *Guarea trichiloides*, *Inga coruscans*, *Nectandra sanguinea* y *Trema micrantha* proporcionaron el restante 29.3% del área basal con proporciones similares entre 5 - 7.2%.

En el gráfico 22, se presenta la distribución diamétrica estimada para el aprovechamiento tradicional practicado en 1994. ("TRAD1994"). En dicho gráfico se puede observar que en la clase diamétrica de 50 - 59.9 cm, el número de individuos casi es inexistente y en la clase diamétrica \geq 60 cm de DAP, el número de individuos y el área basal es insignificante si se compara con los aprovechamientos tradicionales de 1989 y 1992 y con el bosque "testigo", lo cual podría ser un indicador de que en este aprovechamiento fueron preferidas especies comerciales a partir de 50 cm de DAP, y aprovechando un volumen cuantitativamente sorprendente.

En las evaluaciones de campo, se notó que esta unidad de bosque fue la más impactada por el aprovechamiento¹². Realmente en este bosque se presentó una situación muy diferente en cuanto a área alterada y daños físicos en individuos que en las otras 4 unidades de bosques que fueron aprovechadas.

Nótese además, que las especies sin valor comercial están presentes únicamente en las clases diamétricas de 10 - 39.9 cm, y que su proporción en relación al grupo comercial es insignificante.

12 Aprovechamiento totalmente ilegal. En el campo, se observaron aperturas en el dosel superior de hasta más de 10,000m² [1 ha], debido a las operaciones incontroladas del tipo de aprovechamiento.

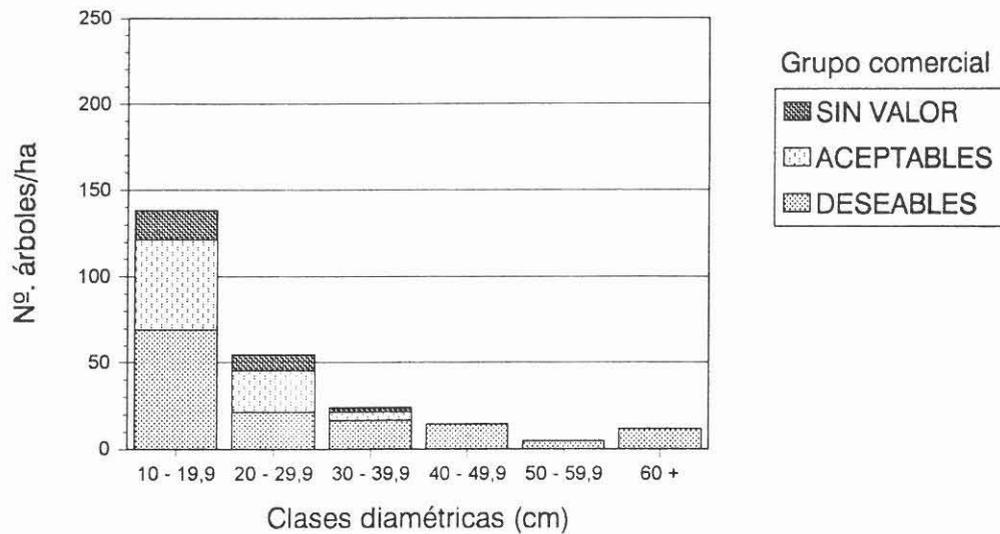


Gráfico 22. Distribución diamétrica del número de árboles [DAP \geq 10 cm]. Aprovechamiento tradicional de 1994 ("TRAD1994").

En esta unidad de bosque, se estimaron 11.9 árboles/ha a partir de 60 cm de DAP, los cuales, un área basal de 5.6 m²/ha. Las especies más dominantes a partir de 60 cm de DAP, resultaron ser; *Pentaclethra macroloba* con 4.8 árboles/ha y 2.08 m²/ha, *Ocotea ira* con 2.4 árboles/ha y 1.4 m²/ha, *Dialium guianensis* con 2.4 árboles/ha y 1.06 m²/ha, y *Protium costaricense* con 2.4 árboles/ha y 1.05 m²/ha.

La mayor proporción de área basal la registró la especie *Pentaclethra macroloba* con un 37.2%, seguido de *Ocotea ira* con un 25%, y *Dialium guianensis* con un 19%, el restante 18.8% lo proporcionó la especie *Protium costaricense*.

En el gráfico 23, se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por grupo comercial para el aprovechamiento mejorado de 1992, y el gráfico 24, la distribución diamétrica del número de individuos por grupo comercial para el aprovechamiento mejorado de 1994.

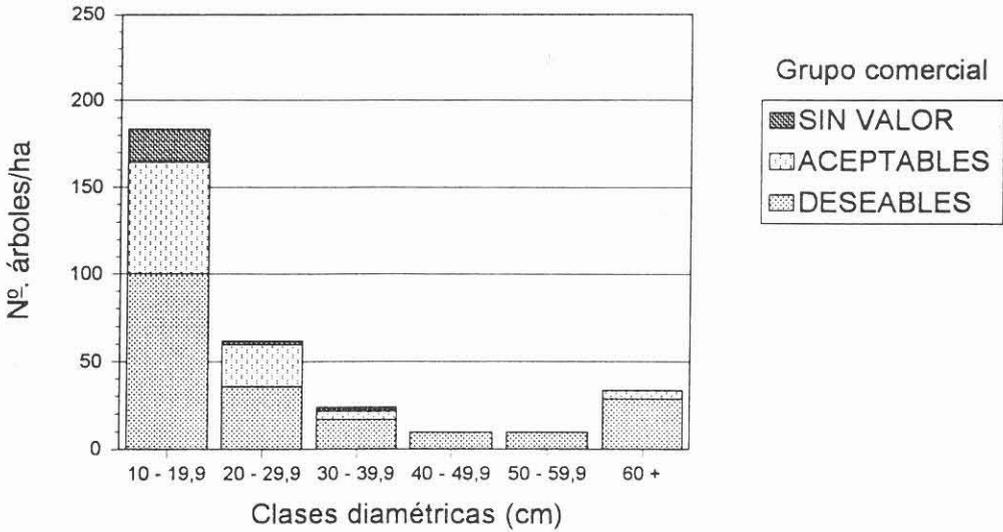


Gráfico 23. Distribución diamétrica del número de árboles [DAP ≥ 10 cm]. Aprovechamiento mejorado de 1992 ("MEJO1992").

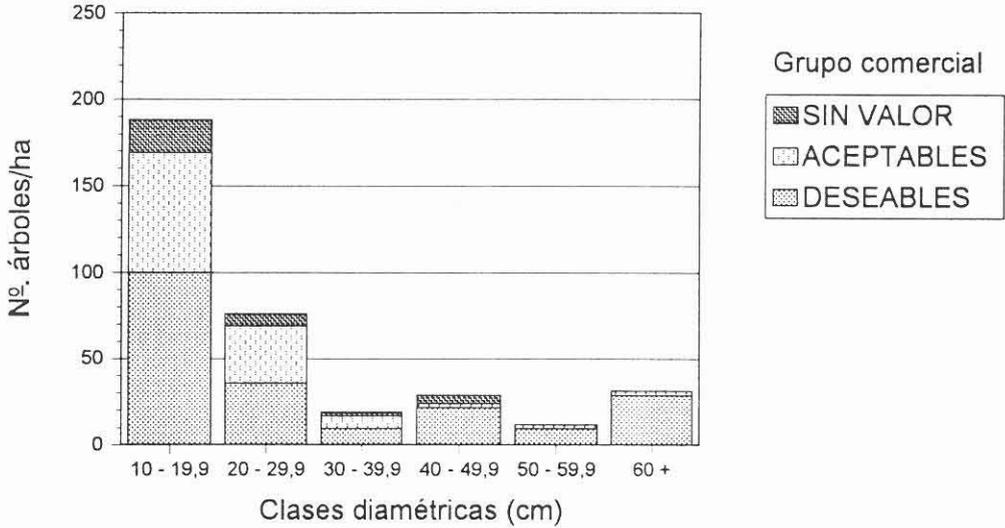


Gráfico 24. Distribución diamétrica del número de árboles [DAP ≥ 10 cm]. Aprovechamiento mejorado de 1994 ("MEJO1994").

Nótese, en el gráfico 23 ("MEJO1992"), que la distribución diamétrica de los individuos por grupo comercial parece a la curva de la típica "Jota invertida", con la salvedad de que en la clase diamétrica superior a los 60 cm, de DAP se observa un sorprendente incremento, que es explicado debido a que, en esta categoría diamétrica están

incorporados todos los individuos de las clases diamétricas ≥ 60 cm de DAP, y su alto incremento se justifica quizás por el número de individuos que son dejados en el bosque como árboles portadores y/o árboles de futura cosecha según ley forestal que permite extraer únicamente el 60 % del volumen comercial. Además, es posible observar que la proporción de "**especies sin valor comercial actual**" es insignificativa cuando es comparada con el número total de especies comerciales (aceptables y deseables), y estas, están presentes únicamente en las clases diamétricas de 10 - 39.9 cm, lo que podría indicar que aún (3 años después del aprovechamiento), no están representadas en toda la estructura horizontal del bosque y basados en su diámetros su presencia en la estructura vertical esta limitada al estrato intermedio, o sea, que todavía no están formando parte del dosel superior del bosque.

En el aprovechamiento mejorado de 1992, se estimó un número total de 33.3 árboles/ha, a partir de 60 cm de DAP, los que produjeron 18.9 m²/ha de área basal. Las especies más dominantes resultaron ser; *Vochysia ferruginia*, con 4.8 árboles/ha y 4.11m²/ha, *Dialium guianensis*, con 4.8 árboles/ha y 2.40 m²/ha, *Chimarrhis latifolia*, con 2.4 árboles/ha y 1.86m²/ha, *Apeiba membranaceae*, con 2.4 árboles/ha y 1.78 m²/ha, y *Pentaclethra macroloba*, con 2.4 árb/ha y 1.49 m²/ha. Los restantes 7.3 m²/ha, lo constituyen 7 especies comerciales, de las cuales, 2 pertenecen al grupo comercial aceptable.

El mayor porcentaje en área basal lo registró la especie *Vochysia ferruginia*, con 21.7%, seguida de *Dialium guianensis*, con 12.6%, *Chimarrhis latifolia* con 9.8% y *Apeiba membranaceae* con 9.4%. El restante 46.5%, lo constituyen 8 especies con proporciones entre 4.5 - 7.9%.

En el gráfico 24, ("MEJO1994"), se observa la distribución diamétrica por grupo comercial obtenida después de practicado el aprovechamiento mejorado de 1994. Observe que la distribución no es muy regular. Sin embargo, podría afirmarse que el aprovechamiento practicado no causó vacíos en ninguna de las clases diamétricas y estas se encuentran

principalmente ocupadas de especies comerciales. Aunque es notorio observar que las especies no comerciales están presentes en el rango diamétrico de 10 a 49.9 cm, su proporción es inferior cuando son comparadas con los grupos comerciales aceptables y deseables. Observe además, que en las clases diamétricas ≥ 50 cm, el grupo de las especies sin valor comercial es inexistente, lo cual podría reflejar que el dosel del bosque esta constituido de especies comerciales heliofiitas y/o esciófitas. De forma general, los aprovechamientos mejorados practicados en 1992 y 1994 no muestran diferencias marcadas en cuanto a número de individuos por clases diamétricas y en ambos casos el bosque se encuentra desarrollándose en forma normalmente esperada.

En el aprovechamiento mejorado de 1994, se estimaron 31 árboles/ha a partir de 60 cm, de DAP. Estos árboles produjeron un área basal equivalente a 12.77 m²/ha. Las especies más dominantes fueron; *Vochysia ferruginia* con 7.1 árboles/ha y 2.61m²/ha, *Dialium guianensis*, con 2.4 árboles/ha y 1.52m²/ha, *Apeiba membranaceae*, con 2.4 árboles/ha y 1.32 m²/ha, *Acotea stemonedra*, con 2.4 árboles/ha y 1.29m²/ha, y *Sterculia apétala*, con 2.4 árboles/ha y 1.07m²/ha. Los restantes 5m²/ha están constituidos por 6 especies comerciales, de las cuales 1 pertenece al grupo comercial aceptable.

Finalmente, es importante señalar que existen algunas diferencias en cuanto a distribuciones diamétricas, al comparar los aprovechamientos mejorados con los aprovechamientos tradicionales, tanto en el número de individuos como en especies comerciales y no comerciales, teniendo como patrón de comparación al bosque "testigo".

En el gráfico 25, se presenta la distribución del número de árboles por grupo comercial para cada tratamiento experimental, en el gráfico 26, se presenta la distribución del área basal por grupo comercial en cada tratamiento experimental y en el gráfico 27, se muestra, la distribución del número de especies por grupo comercial para cada tratamiento experimental.

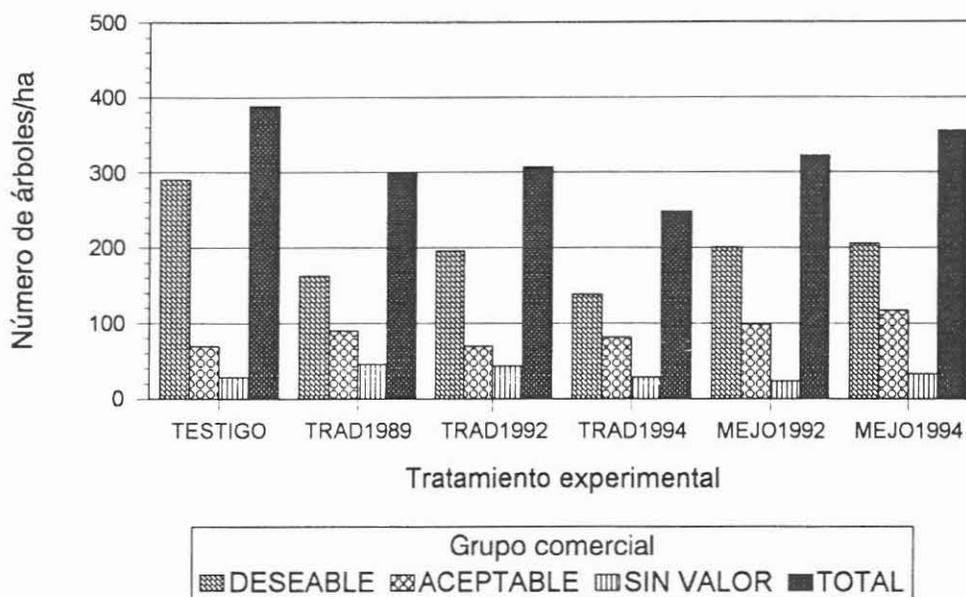


Gráfico 25. Distribución del número de árboles [n/ha], por grupo comercial en cada unidad de bosque o tratamiento experimental.

El bosque testigo es el que presenta el mayor número de árboles y su mayor proporción se concentra en el grupo comercial deseable. Se observan diferencias al comparar el número de árboles del bosque testigo con los demás tratamientos experimentales, siendo más marcadas estas diferencias en los aprovechamientos tradicionales. Efectivamente, el número total de árboles estimados en cada uno de los tratamientos mejorados se ajusta más, al número de árboles estimados en el bosque testigo, lo que podría indicar que en los aprovechamientos mejorados se extrajeron y dañaron menos árboles por hectárea que en los aprovechamientos de forma tradicional. Haciendo comparaciones, con respecto al número de árboles por grupo comercial, se observa que el bosque testigo es el que presenta la mayor abundancia de árboles deseables. En cambio, en los aprovechamientos tradicionales el número de individuos deseables es muy reducido, lo que podría indicar, que se extrajeron muchos árboles deseables, lo que no ocurrió así para las unidades de bosque donde se practicó el aprovechamiento mejorado.

En el gráfico 26, se muestra, la distribución del área basal por grupo comercial para cada tratamiento experimental, expresado en m^2/ha .

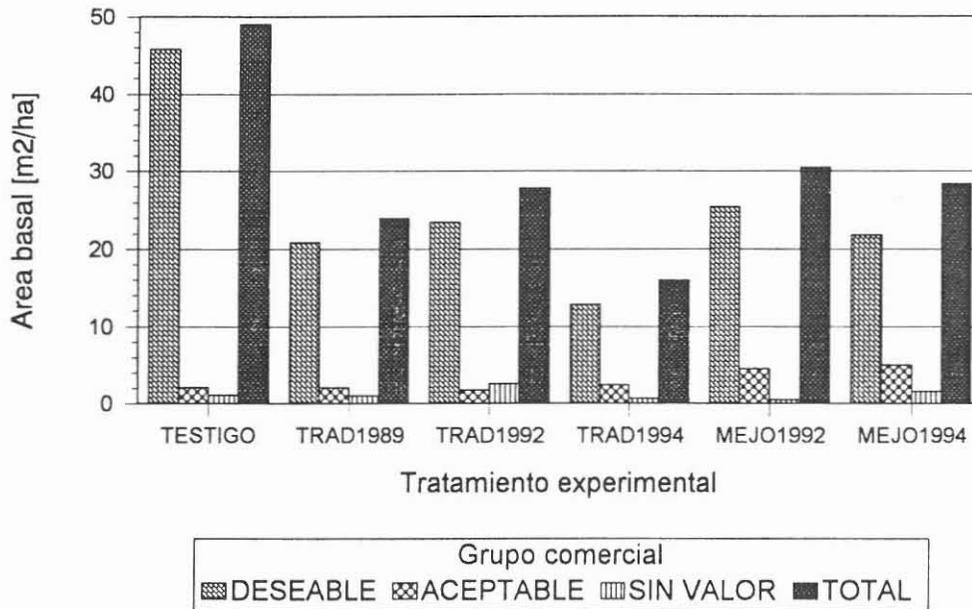


Gráfico 26. Distribución del área basal [m^2/ha], por grupo comercial en cada unidad de bosque o tratamiento experimental.

Los resultados del gráfico 26, claramente señalan, las diferencias en área basal entre el bosque "testigo" y las unidades de bosque que fueron aprovechadas, sea a través del método tradicional o mejorado. Sin embargo, también se aprecia diferencia entre los aprovechamientos mejorados y los aprovechamientos tradicionales. En estos últimos, el área basal remanente promedio es aproximadamente la mitad (más del 50%), de la obtenida por el bosque testigo, lo que indica que en estas unidades de bosques el aprovechamiento forestal, además de ser selectivo en especies es cuantitativo en individuos.

En el gráfico 27, se muestra, la distribución del número de especies por grupo comercial para cada una de las unidades de bosques o tratamientos experimentales.

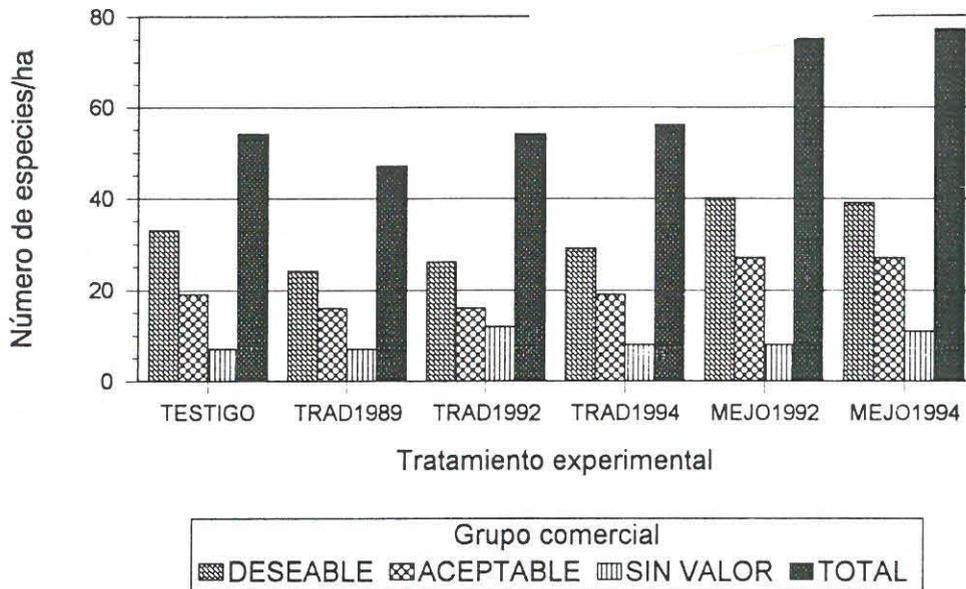


Gráfico 27. Distribución del número de especies por grupo comercial para cada unidad de bosque o tratamiento experimental.

Se observa que el número de especies por hectárea es más abundante en las unidades de bosques que fueron aprovechadas de forma tradicional o mejorada, pero esto no significa que el bosque testigo carece de especies, más bien, aunque presenta menos especies deseables comparadas con las obtenidas en las unidades de bosques con aprovechamiento mejorado, este contiene más especies deseables que las obtenidas en las unidades de bosques que fueron aprovechadas a través del método tradicional.

De forma general, se podría concluir que las 6 unidades de bosque todavía mantienen un potencial productivo excelente, pues presentan un número de comerciales considerados adecuados, según el grado de ocupación de Dawkins (1961). Sin embargo, a excepción del bosque que fue aprovechado a través del método tradicional en 1994, todas las unidades de bosque presentan un área basal sobrecargada, ya que sobrepasan los 25 m²/ha, que es lo que los bosques naturales latifoliados requieren para elevar las tasas de crecimiento de sus árboles. En relación, al número de especies,

todas las unidades de bosque presentan un número adecuado de especies deseables, siendo superior este número en las unidades de bosques que fueron aprovechadas a través del método mejorado. Los resultados, también indican que en el aprovechamiento tradicional de 1992, el número de especies sin valor comercial es superior que en los otros tratamientos experimentales.

6.2.3. Evaluación de las condiciones de iluminación por tipo de tratamiento experimental

Esta sección hace referencia en mostrar las condiciones de luz sobre el número de árboles [DAP \geq 10 cm] existentes en cada una de las unidades de bosque, utilizándose dichos resultados para decidir aspectos de silvicultura sobre la masa boscosa.

En el cuadro 12, se presenta la calidad de iluminación para el bosque testigo "TEST1995", o sea para el bosque primario no aprovechado.

Cuadro 12. Distribución de la calidad de iluminación en el bosque primario no aprovechado : "TEST1995".

| CLASE DIAMETRICA [cm] | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|-----------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|------|-----|------|-------|-------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| 10 - 19.9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 21.4 | 0.43 | 88.1 | 3.42 | 107.1 | 1.57 | 7.1 | 0.07 | 223.8 | 5.49 |
| 20 - 29.9 | 2.40 | 0.15 | 14.3 | 0.77 | 33.3 | 1.58 | 19.0 | 0.88 | 9.5 | 0.34 | 0.0 | 0.0 | 78.6 | 3.73 |
| 30 - 39.9 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.20 | 7.10 | 0.60 | 2.4 | 0.17 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | 0.97 |
| 40 - 49.9 | 4.80 | 0.74 | 4.80 | 0.67 | 4.80 | 0.87 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 14.3 | 2.28 |
| 50 - 59.9 | 7.10 | 1.60 | 11.9 | 2.76 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 4.35 |
| \geq 60 | 26.2 | 24.9 | 11.9 | 6.15 | 2.4 | 1.13 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 40.5 | 32.1 |
| TOTAL | 40.5 | 27.3 | 45.2 | 10.5 | 69.0 | 4.62 | 109.5 | 4.47 | 116.7 | 1.91 | 7.1 | 0.07 | 388.1 | 48.98 |

En el cuadro 12, se aprecia que en la clase diamétrica de 10 - 19.9cm, el número total de árboles existentes (223.8 árboles/ha), están ubicados en la clase de calidad de iluminación 3, 4, 5, y 6. Estos árboles proporcionan un área basal equivalente a 5.49

m²/ha. Dichos árboles constituyen el 57.7%, del número total de árboles presentes en dicha unidad de bosque o tratamiento experimental. En cambio, los árboles a partir de 60 cm de DAP, están ubicados en las clases de iluminación: 1, 2, y 3, los que suman 40.5 árboles/ha, proporcionando un área basal equivalente a 32.1 m²/ha. Esto indica, que los árboles de las clases diamétricas inferiores se encuentran pocos iluminados por una abundancia de 40.5 árboles/ha, aunque no son considerables en número, si son significantes en área basal (32.1 m²/ha). En los bosques húmedos, los árboles de porte grueso [≥ 60 cm DAP], por lo general presentan una copa extensa y muy frondosa, por lo cual evitan la penetración directa de los rayos solares hasta el sotobosque, que es donde la mayoría de estos árboles se encuentran ubicados. En el gráfico 28, se presenta en proporción la condición de iluminación para todos los árboles deseables sanos o sin daños para el bosque no aprovechado o testigo.

En el gráfico 28, se presenta proporcionalmente las condiciones de iluminación para todos los árboles a partir de 10 cm de DAP, para el bosque no aprovechado. En los gráficos correspondiente a las unidades de bosques aprovechadas (tradicional o mejoradas), los porcentajes de iluminación corresponden a los árboles sin daños.

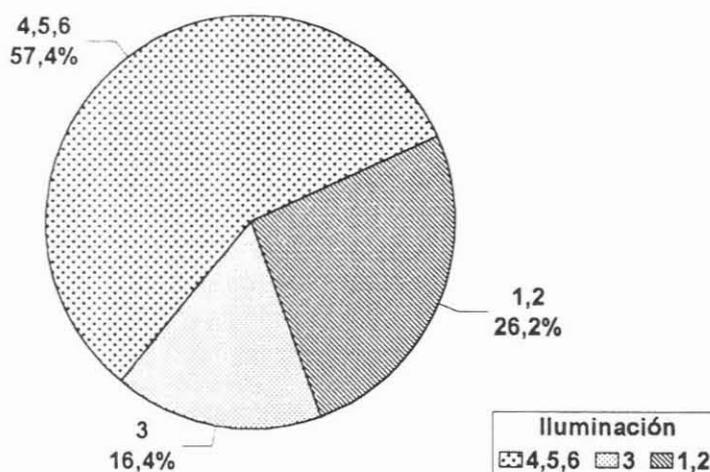


Gráfico 28. Iluminación de árboles deseables en el tratamiento: TEST1995

Se tomó, la decisión de agrupar en 3 clases, la calidad de iluminación por ser estas, las que prácticamente deciden una intervención silvicultural. En base a esta clasificación, se decidió indicar sobre algún tratamiento silvicultural, si el 60% de los presentaban las clases de iluminación [3], y [4,5,6].

Notese en el gráfico que el 57.4% del número total de árboles, se encuentran en las clases de iluminación 4,5,y6. Estos individuos son los que están formando el sotobosque en la unidad de bosque "testigo". Se observa además, que los árboles ≥ 50 cm de DAP, están bien iluminados y son los que ocupan las categorías de iluminación 1, 2 y 3.

Esto no ocurre así, en los tratamientos tradicionales, ya que una considerable proporción de los árboles con DAP entre 10 - 19.9 cm se concentran en las clases de iluminación 1 y 2, lo que podría indicar que el bosque ha sido aperturado (aprovechado), con un nivel de considerable intensidad. En el cuadro 13, se presentan, las clases de iluminación para la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1989.

Cuadro 13. Distribución de la calidad de iluminación en unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1989 : "TRAD1989".

| CLASE DIAMETRICA [cm] | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|-----------------------------|------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-----|-----|-------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| 10 - 19.9 | 0.00 | 0.00 | 38.1 | 0.70 | 78.6 | 1.16 | 31.0 | 0.40 | 14.31 | 0.20 | 0.0 | 0.0 | 161.9 | 2.47 |
| 20 - 29.9 | 4.80 | 0.21 | 23.8 | 1.21 | 28.6 | 1.43 | 7.10 | 0.27 | 2.4 | 0.11 | 0.0 | 0.0 | 66.7 | 3.22 |
| 30 - 39.9 | 2.40 | 0.21 | 11.9 | 1.04 | 2.40 | 0.21 | 2.4 | 0.30 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 19.0 | 1.76 |
| 40 - 49.9 | 2.40 | 0.34 | 14.3 | 2.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 16.7 | 2.74 |
| 50 - 59.9 | 2.40 | 0.60 | 2.4 | 0.56 | 2.40 | 0.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 7.10 | 1.68 |
| ≥ 60 | 21.4 | 10.1 | 4.8 | 1.94 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 26.2 | 12.1 |
| TOTAL | 33.3 | 11.5 | 95.2 | 7.83 | 111.9 | 3.33 | 40.5 | 0.97 | 16.7 | 0.31 | 0.0 | 0.0 | 297.6 | 23.9 |

Se puede observar que la mayoría de los árboles con DAP entre 10 - 19.9 cm, se encuentran en iluminaciones intermedias, producto quizás de la aperturación del dosel. Los árboles ≥ 60 cm de DAP, solo ocupan clases de iluminaciones con valores entre 1 y 2, los cuales abarcan el 50.4% del área basal total. El restante 49.6% del área

basal esta concentrado en las categorías diamétricas inferiores. Específicamente en la clase diamétrica de 20 - 29.9 cm de DAP (13.5m²/ha). En el gráfico 29, se presentan las condiciones de iluminación para el aprovechamiento tradicional de 1989.

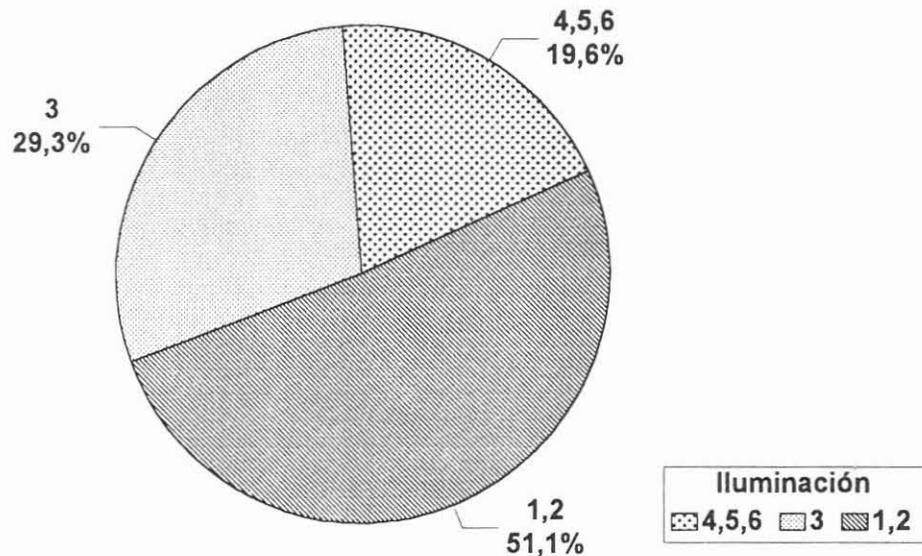


Gráfico 29. Iluminación de árboles deseables en el tratamiento: "TRAD1989"

Cuadro 14. Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1992 : "TRAD1992".

| CLASE DIAMETRICA [cm] | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|-----------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| 10 - 19.9 | 0.00 | 0.00 | 2.4 | 0.04 | 16.7 | 0.38 | 61.9 | 0.88 | 71.4 | 0.85 | 0.0 | 0.0 | 152.4 | 2.15 |
| 20 - 29.9 | 0.00 | 0.00 | 7.10 | 0.49 | 11.9 | 0.45 | 28.6 | 1.41 | 7.1 | 0.33 | 0.0 | 0.0 | 54.8 | 2.69 |
| 30 - 39.9 | 4.80 | 0.44 | 14.3 | 1.22 | 7.10 | 0.61 | 2.40 | 0.19 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.6 | 2.46 |
| 40 - 49.9 | 2.40 | 0.30 | 11.9 | 1.92 | 2.40 | 0.37 | 2.40 | 0.40 | 2.40 | 0.33 | 0.0 | 0.0 | 21.4 | 3.32 |
| 50 - 59.9 | 2.40 | 0.57 | 9.50 | 2.04 | 2.40 | 0.47 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 14.3 | 3.08 |
| ≥ 60 | 21.4 | 8.87 | 14.3 | 5.29 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 35.7 | 14.2 |
| TOTAL | 31.0 | 10.2 | 59.5 | 11.0 | 40.5 | 2.29 | 95.2 | 2.88 | 81.0 | 1.51 | 0.0 | 0.0 | 307.1 | 27.9 |

En esta unidad de bosque, el área basal del número de árboles en la clase diamétrica

≥ 60 cm de DAP, es muy significativa si se compara, con el área basal obtenida en el aprovechamiento tradicional de 1989 en esta misma clase diámetrica. Esto podría indicar que la intensidad del aprovechamiento en esta unidad de bosque fué relativamente menor que la intensidad del aprovechamiento de la unidad de bosque aprovechada en 1989.

Efectivamente, los individuos presentes en las clases diamétricas de 10 - 29.9 cm, no se encuentran muy iluminadas, debido probablemente a que existe un significativo número de árboles gruesos y de copas dominantes que inhiben la penetración de luz hacia el sotobosque.

Prácticamente, en este bosque se debería de aplicar un tratamiento silvicultural que mejore las condiciones de iluminación en la regeneración natural y en el sotobosque. En el gráfico 30, se muestra la proporción de individuos de iluminación de deseables sanos.

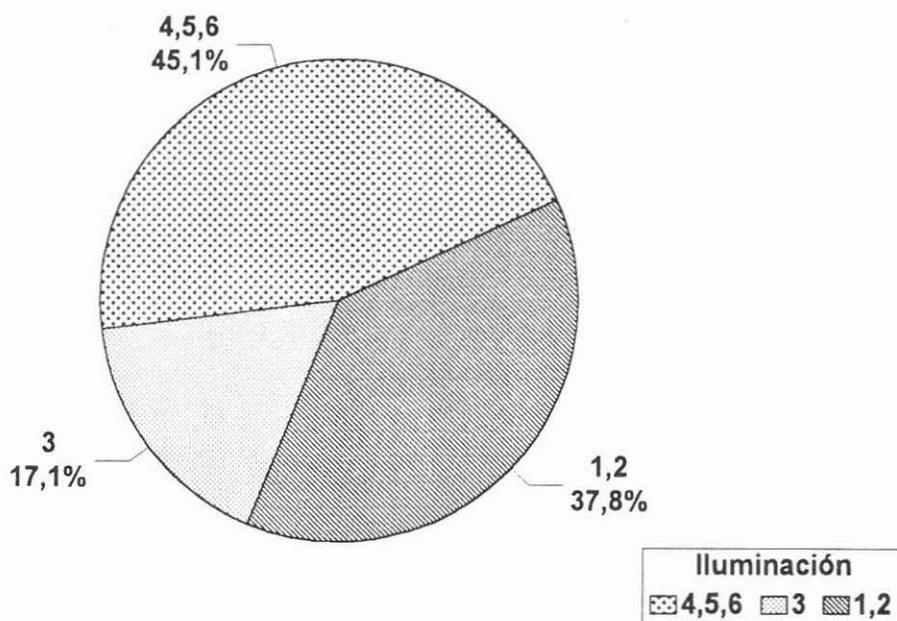


Gráfico 30. Iluminación de árboles deseables en el tratamiento: "TRAD1992"

Cuadro 15. Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento tradicional en 1994 : "TRAD1994"

| CLASES DIAMETRICA (cm) | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| 10 - 19.9 | 0.00 | 0.00 | 16.7 | 0.36 | 26.2 | 0.59 | 59.5 | 1.08 | 35.7 | 0.42 | 0.0 | 0.0 | 138.1 | 2.45 |
| 20 - 29.9 | 0.00 | 0.00 | 19.0 | 0.84 | 11.9 | 0.54 | 19.0 | 0.74 | 4.80 | 0.16 | 0.0 | 0.0 | 54.8 | 2.28 |
| 30 - 39.9 | 2.40 | 0.28 | 16.7 | 1.65 | 2.40 | 0.20 | 2.40 | 0.25 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 23.8 | 2.37 |
| 40 - 49.9 | 4.80 | 0.67 | 7.10 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 14.3 | 2.22 |
| 50 - 59.9 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.53 | 2.40 | 0.56 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 4.80 | 1.09 |
| ≥ 60 | 9.50 | 4.19 | 2.40 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 11.9 | 5.59 |
| TOTAL | 16.7 | 5.14 | 64.3 | 5.97 | 42.9 | 1.88 | 83.3 | 2.42 | 40.5 | 0.58 | 0.0 | 0.0 | 247.6 | 16.0 |

En esta unidad de bosque, las condiciones de iluminación son un poco diferente a las obtenidas en los aprovechamientos antes mencionados. Sin embargo, se encuentran 85.2 árboles/ha en la clase diamétrica de 10-19.9 cm, los cuales probablemente se encuentren sombreados por los individuos de las clases diamétricas de 30 - 49.9 cm de DAP. En el gráfico 31, se aprecia porcentualmente la clase de calidad de iluminación.

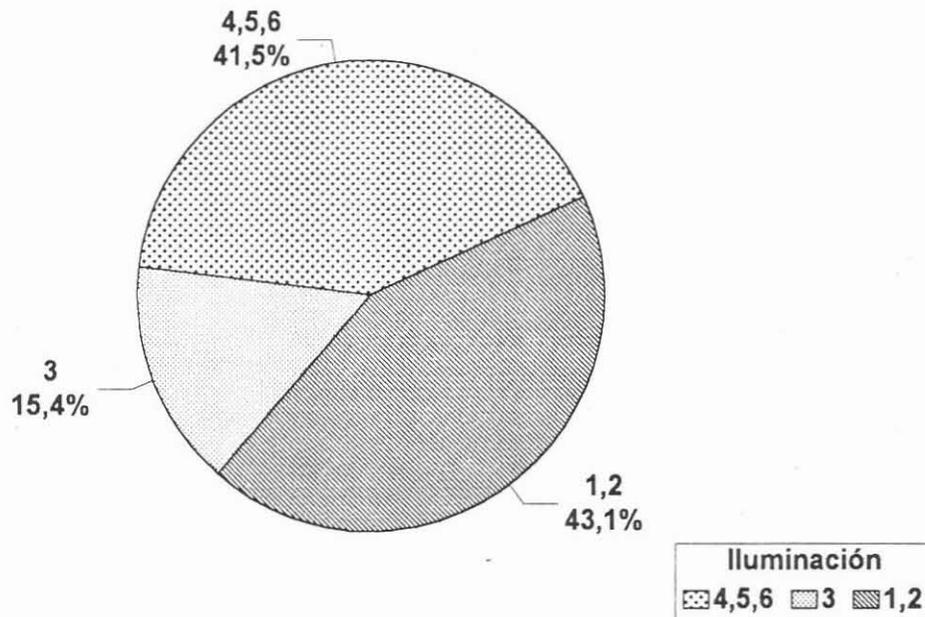


Gráfico 31. Iluminación de árboles deseables en el tratamiento: "TRAD1994"

Cuadro 16. Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento mejorado en 1992 : "MEJO1992"

| CLASES DIAMETRICA [cm] | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|------------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| 10 - 19.9 | 2.40 | 0.06 | 4.80 | 0.09 | 23.8 | 0.35 | 64.3 | 0.96 | 71.4 | 0.97 | 16.7 | 0.17 | 183.3 | 2.60 |
| 20 - 29.9 | 2.40 | 0.17 | 7.10 | 0.29 | 28.6 | 1.37 | 23.8 | 1.07 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 61.9 | 2.90 |
| 30 - 39.9 | 4.80 | 0.46 | 11.9 | 1.08 | 4.80 | 0.47 | 2.40 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.8 | 2.21 |
| 40 - 49.9 | 2.40 | 0.43 | 2.40 | 0.45 | 2.40 | 0.41 | 2.40 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.50 | 1.59 |
| 50 - 59.9 | 4.80 | 1.15 | 4.80 | 0.98 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.50 | 2.13 |
| ≥ 60 | 11.9 | 8.27 | 19.0 | 9.66 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 1.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 33.3 | 19.0 |
| TOTAL | 28.6 | 10.5 | 50.0 | 12.6 | 59.5 | 2.60 | 95.2 | 3.59 | 71.4 | 0.97 | 16.7 | 0.17 | 321.4 | 30.4 |

En esta unidad de bosque, el 57% del número total de árboles se encuentra ubicado en la clase diamétrica de 10 - 19.9 cm de DAP, ocupando clases de iluminación entre 4, 5, y 6. Estos árboles, se encuentran muy sombreados, debido a la dominante área basal que presentan los individuos ≥ 60 cm de DAP. En el gráfico 32, se presenta la proporción de individuos sanos deseables.

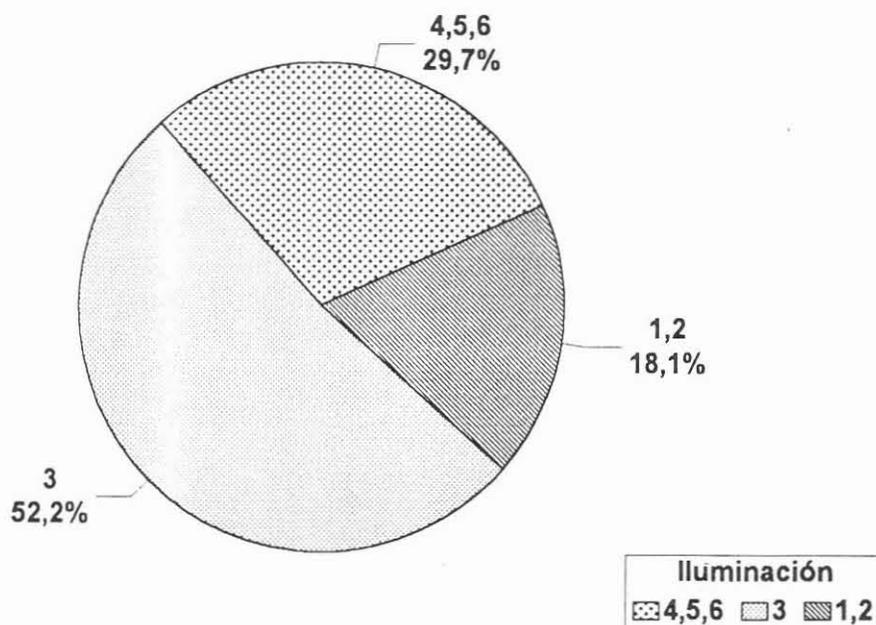


Gráfico 32. Iluminación de árboles deseables en el tratamiento: "MEJO1992"

En el cuadro 17, se presenta las condiciones de iluminación por clase diamétrica para los árboles evaluados en la unidad de bosque con aprovechamiento mejorado en 1994.

Cuadro 17. Distribución de la calidad de iluminación en la unidad de bosque con aprovechamiento mejorado en 1994 : "MEJO1994"

| CLASES DIAMETRICA [cm] | CALIDAD DE ILUMINACION | | | | | | | | | | | | TOTAL | |
|------------------------------|------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | N | AB |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | | |
| 10 - 19.9 | 0.00 | 0.00 | 11.9 | 0.23 | 31.0 | 0.58 | 52.4 | 0.79 | 73.8 | 1.16 | 19.0 | 0.19 | 188.1 | 2.95 |
| 20 - 29.9 | 4.80 | 0.19 | 23.8 | 1.08 | 11.9 | 0.63 | 21.4 | 0.98 | 14.3 | 0.67 | 0.00 | 0.00 | 76.2 | 3.54 |
| 30 - 39.9 | 0.00 | 0.00 | 9.50 | 0.93 | 4.80 | 0.54 | 2.40 | 0.25 | 2.40 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 19.0 | 1.91 |
| 40 - 49.9 | 4.80 | 0.72 | 19.0 | 3.25 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.32 | 2.40 | 0.33 | 0.00 | 0.00 | 28.6 | 4.62 |
| 50 - 59.9 | 2.40 | 0.49 | 7.10 | 1.57 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.57 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.9 | 2.64 |
| ≥ 60 | 11.9 | 5.79 | 6.7 | 6.20 | 2.40 | 0.78 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 31.0 | 12.8 |
| TOTAL | 23.8 | 7.19 | 88.1 | 13.3 | 50.09 | 2.52 | 81.0 | 2.91 | 92.9 | 2.36 | 19.0 | 0.19 | 354.8 | 28.4 |

Esta unidad de bosque, al igual que el aprovechamiento tradicional de 1992, presenta un sinnúmero de individuos ubicados en las clases diamétricas de 10 - 19.9 cm de DAP, que se encuentran bajo sombra. En este bosque, necesariamente se tendría que hacer una intervención silvicultural. En esta unidad de bosque, el número de individuos con área basal ≥ 60 cm de DAP, ocupan el 45.1% del área basal total. Estos individuos son los que inhiben la entrada de luz hacia el sotobosque y regeneración natural. En el gráfico 32, se indica proporcionalmente el grado de iluminación de este bosque, basados en el número de árboles sanos.

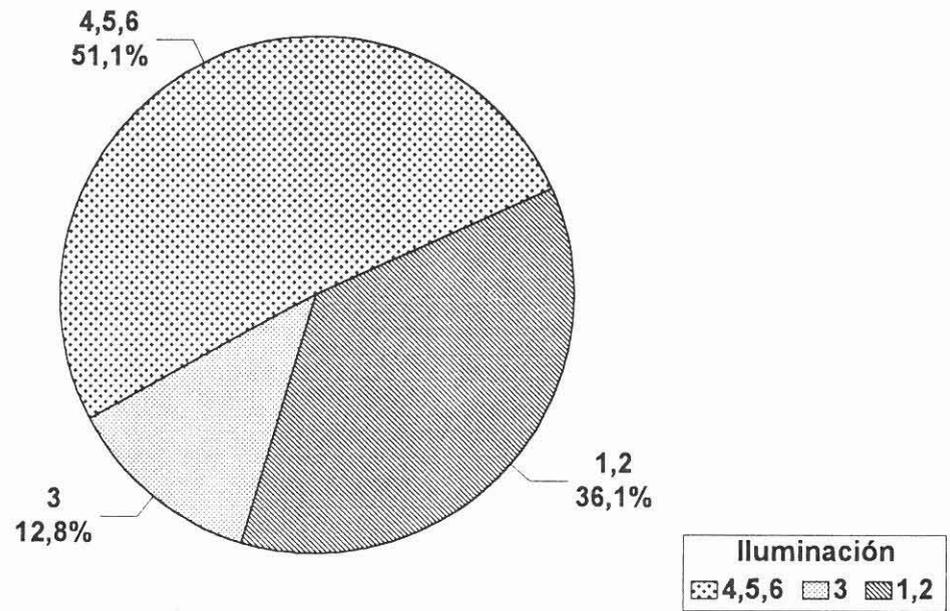


Gráfico 33. Iluminación de árboles deseables sanos en el tratamiento: "MEJO1994"

6.3. Tendencias de desarrollo de la población arbórea

En este acápite se pretende mostrar los cambios demográficos en función del tiempo de la población arbórea en general, haciendo énfasis en el número de individuos por categoría de tamaño en diferentes lapsos de tiempos, asumiendo que el bosque dentro de cada tipo de tratamiento experimental es similar, y que la intensidad del aprovechamiento dentro de un mismo tipo de tratamiento experimental fue similar.

En el gráfico 34, se observa que la tendencia (desarrollo poblacional demográfico), en los aprovechamientos tradicionales, se incrementa en función del tiempo para las tres categorías de tamaño de vegetación. En el gráfico 35, se muestra la tendencia de los aprovechamientos mejorados en función del tiempo.

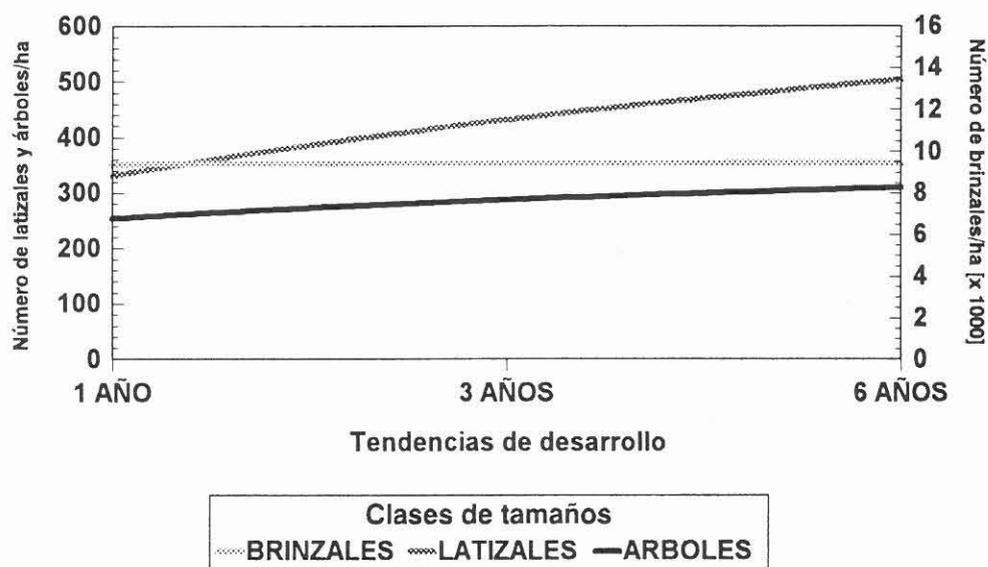


Gráfico 34. Curvas de desarrollo - Aprovechamiento tradicional de 1989, 1992 y 1994.

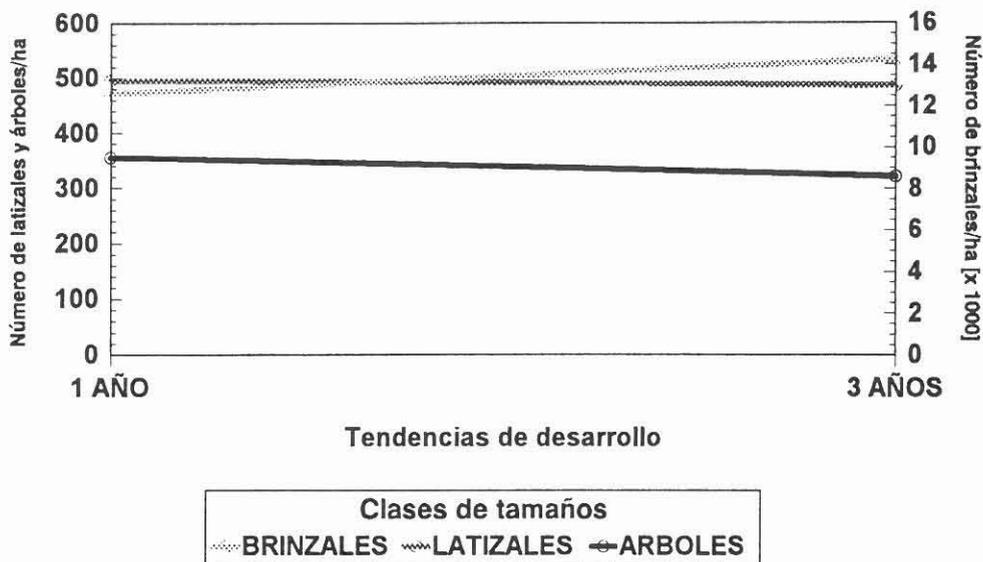


Gráfico 35. Curvas de desarrollo - Aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994

En estos, a excepción de la categoría de tamaño de árboles, los incrementos demográficos son positivos, o sea que se incrementan con el tiempo. Observe que la mayor densidad de individuos (cuadro 10), se encuentra ubicado en el aprovechamiento mejorado de 1992 y 1994, y el menor número de individuos se encuentra en el bosque que no ha sido aprovechado (testigo). Sin embargo, en este bosque, el mayor número de individuos se localizó en la categoría de tamaño : árbol, no así en los demás tratamientos experimentales. Lo cual podría ser un indicador de que el bosque aún se encuentra sin aprovechar.

6.4. Grado de ocupación de la población arbórea

Del cuadro 10, se deduce que existe un número adecuado de individuos por categoría de tamaño en casi todos los tratamientos experimentales. Pues, de acuerdo al grado de ocupación de Dawkins (1961), cada tratamiento experimental, debería de poseer un número adecuado de individuos valiosos por categoría de tamaño que aseguren la cosecha futura de forma sostenible.

Este criterio de sostenibilidad, para el presente estudio, no se cumplió en todos los tratamientos, debido quizás, al efecto del aprovechamiento forestal. Efectivamente, el número de individuos por categoría 1a de tamaño vegetal en algunos tratamientos no es adecuada al compararlo con el grado de ocupación de Dawkins (1961). En el gráfico 36, se muestra el grado de ocupación por categoría de tamaño comparado con lo recomendado por Dawkins (1961).

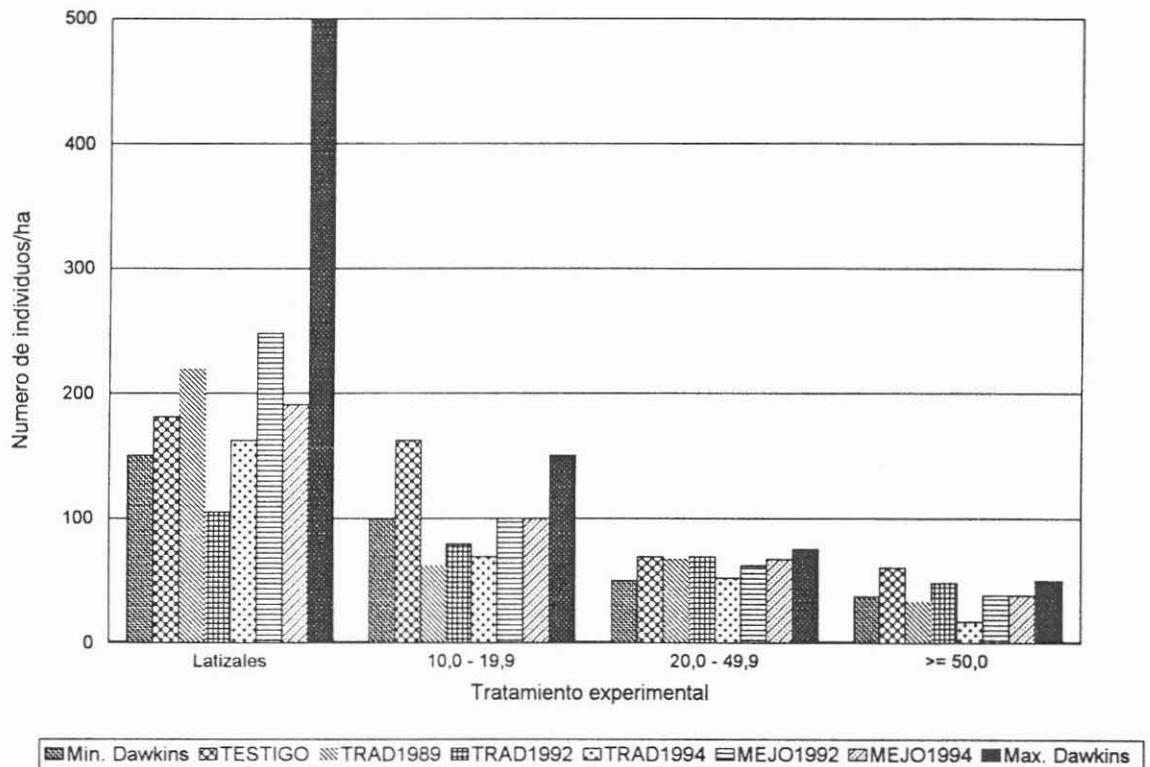


Gráfico 36. Grado de ocupación de árboles comerciales en los diferentes tratamientos experimentales.

6.5. Distribución de la población arbórea por tipo de tratamiento experimental

En el cuadro 18, se presenta la distribución del número de individuos por categoría de tamaño agrupados en los 3 tipos de tratamientos experimentales, los cuales se describieron anteriormente.

Cuadro 18. Distribución del número de individuos por tipo de tratamiento experimental.

| TIPO DE TRATAMIENTO | BRINZALES (0.30m -4.9cm DAP) | | LATIZALES (5cm - 9.9 cm DAP) | | ARBOLES (≥ 10 cm DAP) | | TOTAL | |
|---------------------|---------------------------------|------|---------------------------------|-----|--------------------------|-----|----------|-----|
| | N/ha | % | N/ha | % | N/ha | % | N/ha | % |
| TESTIGO | 7,786 | 91.1 | 371.4 | 4.3 | 388.1 | 4.5 | 8,545.5 | 100 |
| TRADICIONAL | 9,462.7 | 93.0 | 425.4 | 4.2 | 284.1 | 2.8 | 10,172.2 | 100 |
| MEJORADO | 13,392.5 | 94.2 | 490.5 | 3.4 | 338.1 | 2.4 | 14,221.1 | 100 |

El cuadro anterior muestra, que la mayor proporción de brinzales se encuentra dentro del tratamiento experimental donde se ejecutaron los aprovechamientos mejorados. Sin embargo, presenta una proporción de latizales y árboles, relativamente inferior a la obtenida en el aprovechamiento mejorado de 1994 y testigo. El tratamiento "testigo", es el que presenta el mayor número de árboles (DAP ≥ 10 cm), y el número de latizales y brinzales.

6.5.1. Abundancia y dominancia por tipo de tratamiento experimental.

Con el objetivo de hacer algunas comparaciones entre métodos de aprovechamiento forestales ó tratamientos experimentales, se obtuvieron los valores medios de cada categoría diamétrica por tipo de aprovechamiento forestal y se ubicaron en el cuadro 19.

Cuadro 19. Número de individuos y área basal por tipo de tratamiento experimental

| TIPO TRAT. | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|---------|------|-------|-------|
| | 10 - 19.9 | | 20 - 29.9 | | 30 - 39.9 | | 40 - 49.9 | | 50 - 59.9 | | ≥ 60 cm | | TOTAL | |
| | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB | N | AB |
| TEST | 223.8 | 5.49 | 78.6 | 3.73 | 11.9 | 0.97 | 14.3 | 2.28 | 19.0 | 4.35 | 40.5 | 32.1 | 388.1 | 48.96 |
| TRAD | 150.8 | 2.4 | 58.8 | 2.7 | 23.8 | 2.2 | 17.5 | 2.8 | 8.7 | 1.9 | 24.6 | 10.6 | 284.1 | 22.6 |
| MEJO | 185.7 | 2.8 | 69.1 | 3.2 | 21.4 | 2.1 | 19.1 | 3.1 | 10.7 | 2.4 | 32.2 | 15.9 | 338.1 | 29.4 |

En el cuadro anterior se observa que en los tratamientos experimentales, existe un número de árboles que se podrían considerar adecuados para el desarrollo futuro de estos bosques. Haciendo énfasis en la clase diamétrica ≥ 60 cm de DAP, se observa que tanto en el número de individuos como en el área basal, el tratamiento tradicional es relativamente inferior a los valores del área basal del bosque que no ha sido aprovechado (testigo), y con el tratamiento mejorado. Esto podría indicar que en promedio, los aprovechamientos tradicionales extraen del bosque una cantidad de árboles ≥ 60 cm, relativamente superior a un 50% a lo que los aprovechamientos mejorados extraen del bosque. Esto es comprobable con el número de individuos estimados (mayores a 60 cm DAP), en cada tratamiento experimental.

6.6. Riqueza y diversidad florística de la unidad de manejo de Yucatán Pital

En total se identificaron 274 especies a partir de la regeneración natural de brinzales hasta árboles ≥ 10 cm DAP (Anexo 6A). De estas especies, el 35% son no comerciales y un 65% comerciales; 33% están ubicadas en el grupo comercial Deseable y un 32%, se encuentran dentro del grupo comercial Aceptable.

Las 274 especies se distribuyen en 157 géneros botánicos y 63 familias. Del total de familias identificadas, 72% son comerciales y un 28% son sin valor o no comerciales.

Sin embargo, a partir de 10 cm de DAP, fue posible identificar 166 especies, 86 géneros botánicos y 36 familias. La riqueza florística promedio se registró en 116 especies/ha a partir de 10 cm de DAP. En el gráfico 37, se observa la curva especie/área para el bosque húmedo de Yucatán de Pital.

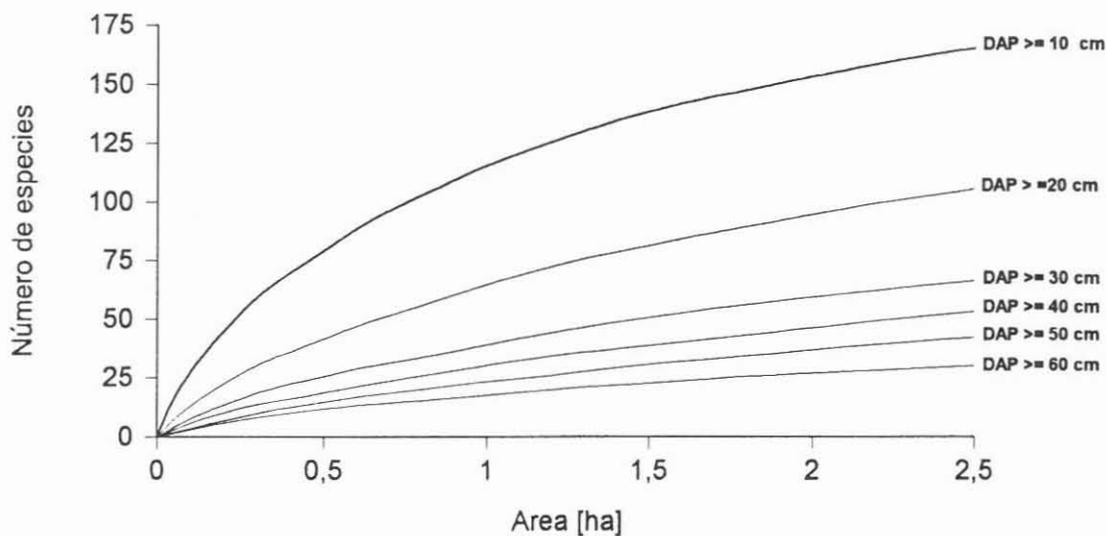


Gráfico 37. Familias de curvas especies/área en la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital.

En el gráfico 38, se presenta las familias de curvas cociente de mezcla/área, para el bosque húmedo de Yucatán de Pital.

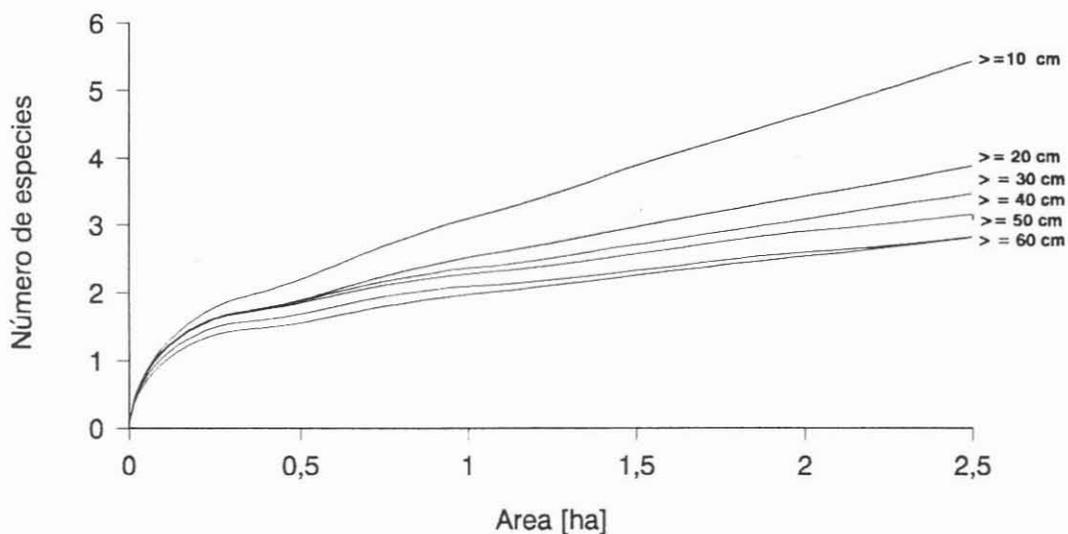


Gráfico 38. Familias de curvas cociente de mezcla/área para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital.

6.7. Importancia ecológica de las especies

En el cuadro 6A, se presenta la importancia ecológica de las especies representadas a través del Índice de Valor de Importancia (I.V.I.), y para efectos de caracterización del conjunto de vegetación, se analiza el bosque a partir de 10 cm de DAP. En el gráfico 36, se presenta porcentualmente el peso ecológico de las principales especies para la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital. Los resultados del muestreo sobre la identificación de especies indican, que en este bosque (unidad de manejo), el conjunto de vegetación esta constituido por 62 especies arbóreas; el 50% del I.V.I. esta formado por 6 especies (todas comerciales deseables). En general estas especies presentan su abundancia, frecuencia y dominancia en condiciones numéricas muy similares, es decir no existen diferencias favorecidas para una especie en particular. En el gráfico 39, se presenta la distribución porcentual del I.V.I., para la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital.

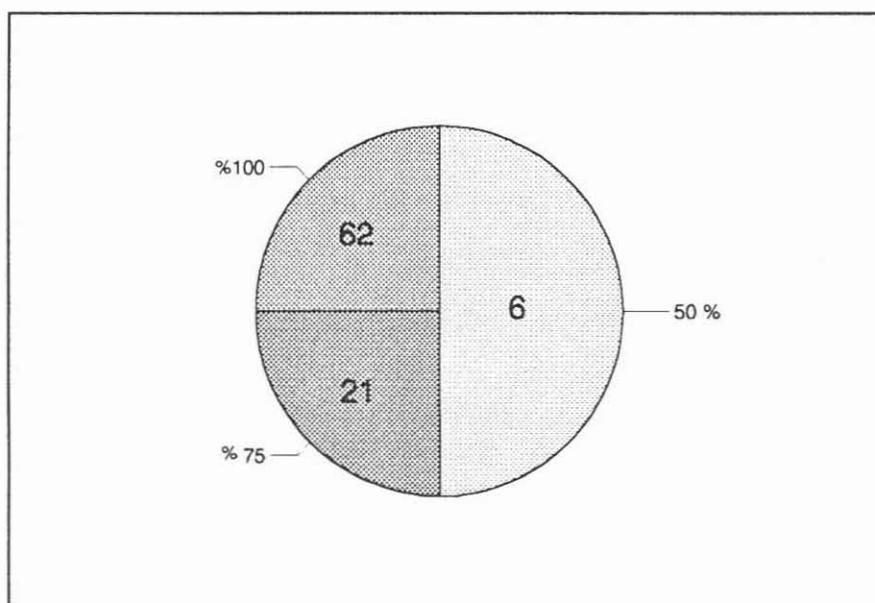


Gráfico 39. Distribución porcentual del I.V.I. en la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital.

Las especies que ocupan el 50% del I.V.I. son: Pentaclethra maculosa, Vochysia ferruginia, Carapa guianensis, Dialium guianensis, Guarea trichiloides y Terminalia

amazonia. En total 21 especies (6 + 15) conforman el 75% del I.V.I. Es decir, que el 33.9% de las especies conforman las 6/8 partes del I.V.I. total.

El resto del I.V.I. (100%), esta conformado por el 66.1% de las especies restantes, las cuales suman un total de 41 especies. Estas especies, de acuerdo al I.V.I. son las menos abundantes, y muchas veces con diámetros menores. Aunque en este grupo se encuentran especies de valor económico como Virola sebifera, Dipteryx panamensis, y Tabebuia rosea.

6.8. Análisis estadístico en los tratamientos experimentales

6.8.1. Análisis de varianza en la población arbórea [brinzales, latizales y árboles]

El propósito fue, observar diferencias o similitudes entre tipos de tratamientos experimentales. Utilizando una prueba de comparación múltiple para analizar las unidades de bosques por separado y un análisis de contrastes ortogonales para analizar a los 3 tipos de tratamientos experimentales (tratamientos tradicionales, mejorados y el testigo).

En los anexos, se presenta los resultados obtenidos para este fin.

El análisis de los contrastes ortogonales indicó que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento testigo Vs. los tratamientos tradicionales, lo cual indica que realmente los aprovechamientos tradicionales aprovechan más individuos en el bosque, o al menos dañan más a los arboles remanentes que con el pasar del tiempo mueren y dejan al bosque degradado.

El análisis indicó además, que no existen diferencias entre los aprovechamientos mejorados Vs. el bosque testigo, y que existen diferencias significativas al 10% entre los aprovechamientos mejorados Vs. los aprovechamientos tradicionales.

De acuerdo al análisis de comparación múltiple (prueba de Duncan), los tratamientos mejorados no difieren, en cambio, el bosque testigo es significativamente diferente de los tratamientos tradicionales y el del aprovechamiento mejorado de 1992 y no así con el aprovechamiento mejorado de 1994.

Sin embargo, con este mismo análisis fue posible estimar la precisión del muestreo (tamaño de la muestra), a través de la utilización del procedimiento mixed, opción random de SAS, aplicado en el análisis de varianza.

Los resultados obtenidos muestran que para los aprovechamientos mejorados de 1992 y 1994, el error de muestreo estimado fue al 15.6% y a un nivel de confiabilidad del 95%.

Para los aprovechamientos tradicionales, el error de muestreo se estimó en 14.48%, con un nivel de confiabilidad del 95%. Para el bosque testigo se estimó un error de muestreo de 19.6% y al 95 % de confiabilidad. La estimación del error de muestreo fue en función de la abundancia [$N = \text{individuos/ha}$], de individuos (brinzales, latizales y árboles), y de la dominancia [$G = \text{m}^2/\text{ha}$] de los árboles a a partir de 10 cm de DAP.

Esto indica que la precisión en el muestreo de los árboles a partir de 10 cm de DAP, fue aceptable a medida que se requería hacer dicha estimación en cada uno de los aprovechamientos evaluados.

A través de un diseño completo al azar [DCA], fue posible observar las diferencias del daño a los árboles entre los aprovechamientos tradicionales y los aprovechamientos mejorados. Existen diferencias significativas [0.90], entre los aprovechamientos mejorados Vs. los aprovechamientos tradicionales. Sin embargo, claramente se observó que los aprovechamientos mejorados fueron los que en proporciones y en términos absolutos dañaron menos a la población de árboles y al área forestal.

En los anexos se muestran estos resultados para el área basal y la regeneración natural de brinzales y latizales, así como también, el resultado del modelo estimado para calcular el volumen comercial.

7. CONCLUSIONES

1. El sistema de muestreo utilizado permitió prácticamente la caracterización del bosque y de las áreas afectadas por el tipo de aprovechamiento forestal en las diferentes unidades de bosques. Aunque el sistema no ha sido utilizado para evaluar el daño a los árboles remanentes y al área afectada, se comprobó estadísticamente que posee utilidad para este fin.
2. Se determinó que el número de individuos de la población arbórea de las unidades de bosques que fueron aprovechadas con el método mejorado y el bosque testigo, se encuentran dentro de los límites aceptables del grado de ocupación de Dawkins.
3. Los aprovechamientos mejorados practicados en la Unidad de Manejo de Yucatán de Pital, en promedio reducen el efecto del aprovechamiento sobre el área boscosa remanente hasta en un 48.5%, en relación a los efectos producidos por los aprovechamientos tradicionales.
4. En las unidades de bosques aprovechadas de forma mejorada, la estructura del bosque se encuentra en condiciones favorables para la ejecución de una segunda fase de aprovechamiento.
5. En relación al área basal, los aprovechamientos mejorados en promedio disminuyen el daño hasta en un 51% comparado con los daños provocados por los aprovechamientos tradicionales.
6. Los aprovechamientos tradicionales en promedio dañan al número de árboles remanentes hasta en un 55% más que los causados por los aprovechamientos mejorados.
7. En los aprovechamientos tradicionales el mayor porcentaje de daño (árboles remanentes), se intensificó en el aprovechamiento tradicional de 1994, tanto en área basal como en el número de individuos.
8. Existen diferencias significativas en el número de individuos ≥ 10 cm DAP, cuando es comparado el tratamiento testigo contra el tratamiento tradicional. Al mismo tiempo que no existen diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el tratamiento mejorado.
9. La riqueza florística de la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, fue determinada a través de la curva especie/área, lográndose estimar 116 especies por hectárea a partir de 10 cm de DAP. Se identificaron 157 géneros botánicos y 63 familias, de estas el 72% son familias comerciales.

8. RECOMENDACIONES

1. A pesar de que existe una adecuada abundancia de individuos en las unidades de manejo aprovechadas mejoradamente, es aconsejable efectuar siempre un muestreo de la regeneración natural para verificar existencias y condiciones de desarrollo como base principal para el manejo sostenible de la Unidad de Manejo Forestal [UMF], de Yucatán de Pital.
2. Con excepción de la unidad de bosque aprovechada tradicionalmente en 1994, todas las unidades de bosques necesitan, mas que regeneración, una liberación o un tratamiento de mejora para dejar el área basal entre 15 y 20 m²/ha, y así optimizar las tasas de crecimientos de la población arbórea.
3. Se sugiere no implementar el aprovechamiento tradicional en ninguna de las unidades de bosques que conforman la Unidad de Manejo Forestal de Yucatán de Pital, ya que su cuantitativa selectividad deja al bosque con pocos individuos sanos y con un alto porcentaje de árboles dañados, lo mismo que un área forestal extremadamente dañada.

9. LITERATURA CONSULTADA

- ANAYA, H; CRISTIENSEN, P. 1986. Aprovechamiento Forestal; Análisis de apeo y transporte. San José, Costa Rica. IICA, 246p.
- BROKAW. 1992. Caída de 9 árboles: frecuencia, cronología y consecuencias. En: Ecología de un bosque tropical. Cambios estacionales a largo plazo. eds. E. Leigh; A. Stanley y D. Windsor. Smithsonian Tropical Research Institute. Panamá. p 163-172.
- BUDOWSKI, G. 1966. La sucesión forestal y su relación con antiguas prácticas agrícolas en el trópico americano. In. Congreso Internacional de Americanistas, 35., México, p. 188-196.
- CASTAÑEDA A. et al. 1993. Aprovechamiento mejorado en el bosque tropical húmedo: Estudio de caso en el sitio "Los Filos", Rio San Juan, Nicaragua. Universidad Centroamericana. Proyecto " Desarrollo de Sistema de Producción Sostenible para el Aprovechamiento de los Bosques Tropicales Húmedos en la Zona de Rio San Juan. 41p.
- CODEFORSA, 1992. Plan de Manejo Forestal. Unidad de manejo Forestal octubre-78. Proyecto Fomento a la Reforestación y al Manejo del Bosque Natural en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Comisión de Desarrollo Forestal De San Carlos, CODEFORSA. 67 P.
- CODEFORSA, 1993. Principales características morfológicas de las especies comerciales más importantes de la Región Huetar Norte de Costa Rica. COSEFORMA/GTZ/MIRENEM. San Jose Costa Rica. 51p.
- CODEFORSA, 1994. Plan General de Manejo Forestal CAF-MA. Unidad de Manejo Forestal de Yucatán del Pital. San Carlos, Alajuela, Costa Rica. 88 p.
- CODEFORSA, 1989. Plan de Manejo CAF-MA. Etapa II: Manejo silvicultural. Unidad de Manejo 08 "LA LEGUA". Comisión De Desarrollo Forestal De San Carlos, CODEFORSA. San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica. 56p.
- CATIE. 1992. Códigos para formulario No. 3: estudio de daños. Proyecto RENARM/PBN/CATIE. 2 p.
- CLARK, D. Y CLARK, D. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. PP. 40-45. En Clarck, D., Dirzo, R. y Fetcher, N. (eds). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología tropical 35, suplemento 1.
- CLARK, D. Y CLARK, D. 1990. Distribution and effects on tree growth of lianas and woody hemiepiphytes in a costarican tropical wet forest. Journal of Tropical Ecology 6:321-331.
- CORDERO, W.; MEZA, A. 1992. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. In: V Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales

Tropicales. CATIE. 27/02 - 11/03/1992. 52P.

- CURTIS, H.; MACINTOSH, R. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G.B.). Paper 34. 135 p.
- DAWKINS, 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute (G.B.). Paper No. 34. 155 p.
- DENSLOW, J. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotrópica*. 12 (suplemento): 47-55.
- FINOL, H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 14 (21): 29-42.
- GEDEES, W.R. 1960. The human background. Symp. Impact Man Humid Trop. Veg. Goroka, 1960. UNESCO P 42-56..
- HENDRISON, J. 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. Agricultural University Wageningen, The Netherlands. 204 p.
- HUBBELL, S. P.; FOSTER, R. B. 1987. La estructura en gran escala de un bosque neotropical. *Revista de Biología tropical (Costa Rica)*., 35 (Supl. 1): 7-22.
- HUTCHINSON, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales. No. 7. 33 p.
- HARTSHORN, G.S. 1978. Tree falls and tropical forest dynamics. In. TOMLINSON, P.B. Y Zimmermann. M.h. eds. *Tropical trees as living system*. Cambridge, Cambridge University PRESS, 1978. P617-638.
- JONKERS, W. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in the tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 172 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Trad. Antonio Carrillo. Alemania, GTZ. 335 p.
- MARTINEZ-RAMOS, M. 1988. El papel del disturbio natural en la estructura y regeneración de selvas húmedas. En. *Evaluación de tierras y recursos para el planeamiento nacional en zonas tropicales*. eds. Lund, H.; Caballero, M.; Villarreal, R. Chetumal, México. p 146-151.
- MATTEUCCI, S; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington. OEA. 169 p.
- MELO DE MIRANDA, E. 1993. Efectos del aprovechamiento de un bosque húmedo tropical sobre el microambiente y su influencia en la regeneración de sitios perturbados. Tesis Mag. Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 164 p.

- MENDEZ, J. 1993. Manejo del bosque natural en la Región Huetar Norte de Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* 6(2):42-49.
- MENDEZ, J. A. ; VARGAS, R. 1992. Análisis del impacto del aprovechamiento forestal. In *II Congreso Forestal Nacional (San José, Costa Rica), Noviembre 1992.* P. 126-128.
- KNIGHT, D.H. 1975. A phytosociological analysis of species rich tropical forest in Barro Colorado Island, Panamá. *Ecological Monographs* p. 259-284.
- LAMPRECHT, H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur oriental del bosque universitario "El Caimital" - Edo. Barinas. *Revista Forestal Venezolana* no. 7(10/11): p. 77 - 199.
- JANZEN, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Amer. Naturalist* 104:501-528
- RICHARDS, P. 1950. *The tropical rain forest: an ecological study.* Cambridge. Cambridge University Press. 450 p.
- RICO, M.; GOMEZ-POMPA, A. 1976. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. En: *investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México.* Eds. A. Gomez-Pompa; C. Vazquez-Yanes; S. del Amo; A. Butanda. México. 676 p.
- QUESADA, M. R. 1992. Evaluación del aprovechamiento mejorado a través de parcelas permanentes de muestreo en bocatapada de Pital, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. In *II Congreso Forestal Nacional (San José, Costa Rica), Noviembre 1992.* p.131-133
- THE INSTITUTE OF ECOLOGY. 1972. *Man in the living environment.* University of Wisconsin Press, Madison. 288 p.
- VASQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. 1987. Fisiología ecológica de semillas en la Estación Biológica Tropical "Los Tuxtlas," Veracruz, México. *Revista de Biología tropical (Costa Rica)*. 35 (Supl. 1): 85-96.
- VEILLON, J.P. 1963. Relación de ciertas características de la masa forestal de unos bosques de las zonas bajas de Venezuela con el factor climático: humedad pluvial. *Acta Científica Venezuela* 14 (2): p. 30-41
- WHITMORE, T. 1982. On pattern and process in forest. PP. 45-60 en Newman, E. (ed). *The plant community as a working mechanism.* Oxford, Reino Unido: Blackwell Scientific. Publicación especial no. 1 de la British Ecological Society.

SECCION DE ANEXOS.

ANEXO 1.

**PROGRAMAS UTILIZADOS PARA VERIFICAR DIFERENCIAS O SIMILITUDES
ENTRE LOS TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES**

Programa RANDARB.SAS, utilizado para verificar diferencias o similitudes entre el número de árboles ≥ 10 cm DAP, por tipo de tratamiento experimental. Se utiliza, un análisis de varianza por medio de contrastes ortogonales y pruebas de comparación múltiples. Además, se empleo el factor random para estimar la precisión del tamaño de la muestra, basado en el número de unidades de muestreo (parcelas de 100m^2).

```
data a;
infile 'a:\singrupo.dat';
input clase $ bl trat ano trans parc narbp narbha;
proc univariate plot normal; var narbp narbha;

data b;set a;
sarbp=sqrt(narbp);
sarbha=sqrt(narbha);
larbha=log(narbha);

proc glm;
class bl trans;
model narbha = bl trans(bl)/ss1 e1;
test h=bl e=trans(bl)/ETYPE=1 HTYPE=1;
random bl trans(bl);
means bl/duncan e=trans(bl);
contrast 't1 vs. t2' bl 3 3 -2 -2 -2 0/ etype=1 e=trans(bl);
contrast 't1 vs. t3' bl 3 3 0 0 0 -6/etype=1 e=trans(bl);
contrast 't2 vs. t3' bl 0 0 2 2 2 -6/etype=1 e=trans(bl);

proc mixed;
class bl trans;
model narbha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

proc mixed;
class bl trans;
model sarbha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

proc mixed;
class bl trans;
model larbha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

run;
```

Resultados de la Prueba de Normalidad de Datos

UNIVARIATE PROCEDURE

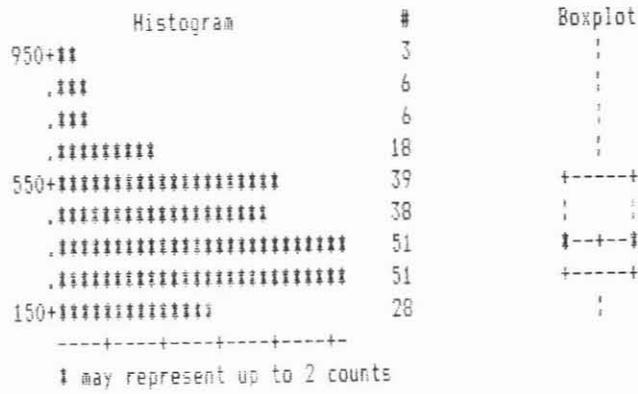
Variable=NARBHA

Moments

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| N | 240 | Sum Wgts | 240 |
| Mean | 356.25 | Sum | 85500 |
| Std Dev | 182.6195 | Variance | 33349.9 |
| Skewness | 0.661772 | Kurtosis | 0.08913 |
| USS | 38430000 | CSS | 7970625 |
| CV | 51.26162 | Std Mean | 11.78804 |
| T:Mean=0 | 30.22131 | Prob> T | 0.0001 |
| Sgn Rank | 14460 | Prob> S | 0.0001 |
| Num ^= 0 | 240 | | |
| W:Normal | 0.913274 | Prob<W | 0.0 |

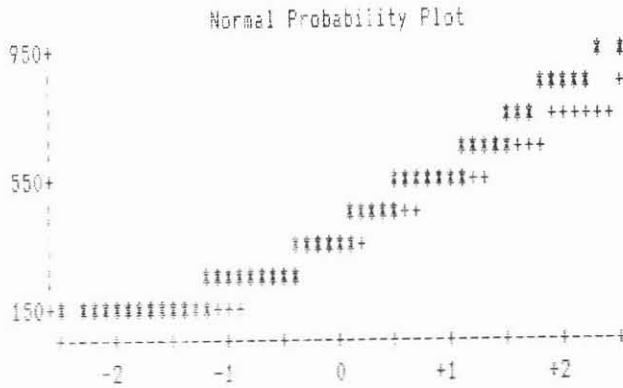
UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=NARBHA



UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=NARBHA



Resultados del programa RANDARB.SAS

General Linear Models Procedure

Class Level Information

| Class | Levels | Values |
|-------|--------|---------------|
| BL | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| TRANS | 7 | 1 2 3 4 5 6 7 |

Number of observations in data set = 240

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NARBHA

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----------|----------------|-------------|-------------|--------|
| Model | 41 | 1381625.000 | 33698.171 | 1.01 | 0.4582 |
| Error | 198 | 6589000.000 | 33277.778 | | |
| Corrected Total | 239 | 7970625.000 | | | |
| | R-Square | C.V. | Root MSE | NARBHA Mean | |
| | 0.173340 | 51.20617 | 182.4220 | 356.25000 | |

Dependent Variable: NARBHA

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 341755.372 | 68351.074 | 2.05 | 0.0728 |
| TRANS(BL) | 36 | 1039869.628 | 28885.267 | 0.87 | 0.6853 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 341755.3717 | 68351.0743 | 2.37 | 0.0590 |

General Linear Models Procedure

| Source | Type I Expected Mean Square |
|-----------|---|
| BL | Var(Error) + 5.7535 Var(TRANS(BL)) + 39.972 Var(BL) |
| TRANS(BL) | Var(Error) + 5.7072 Var(TRANS(BL)) |

Duncan's Multiple Range Test for variable: NARBHA

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 28885.27
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 39.84574

| Number of Means | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Critical Range | 77.21 | 81.16 | 83.84 | 85.60 | 87.05 |

Means with the same letter are not significantly different.

| Duncan Grouping | Mean | N | BL | TRATAMIENTO |
|-----------------|--------|----|----|-------------|
| A | 415.00 | 40 | 6 | TESTIGO |
| B | 395.12 | 41 | 2 | MEJO94 |
| B | 347.50 | 40 | 3 | TRAD89 |
| B | 345.24 | 42 | 1 | MEJO92 |
| B | 323.81 | 42 | 4 | TRAD92 |
| C | 305.71 | 35 | 5 | TRAD89 |

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NARBHA

Tests of Hypotheses using the Type I MS for TRANS(BL) as an error term

| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| t1 vs. t2 | 1 | 80757.0519 | 80757.0519 | 2.80 | 0.1032 |
| t1 vs. t3 | 1 | 59131.2217 | 59131.2217 | 2.05 | 0.1660 |
| t2 vs. t3 | 1 | 226906.0773 | 226906.0773 | 7.86 | 0.0081 |

Programa RANDAB.SAS, utilizado para verificar diferencias o similitudes entre el área basal por tipo de tratamiento experimental. Se utiliza, un análisis de varianza con contrastes ortogonales y pruebas de comparación múltiples. Además, se empleo el factor random para estimar la precisión del tamaño de la muestra, basado en el número de unidades de muestreos (parcelas de 100 m²).

```
data a;
infile 'a:variab2.txt';
input bl trat trans parc abpp abpha narbp;

data b;set a;
sabpp=sqrt(abpp);
sabpha=sqrt(abpha);

proc glm;
class bl trans;
model abpha sabpha= bl trans(bl)/ss1 e1;
test h=bl e=trans(bl)/ETYPE=1 HTYPE=1;
random bl trans(bl);
means bl/duncan e=trans(bl);
contrast 't1 vs. t2' bl 3 3 -2 -2 -2 0/ etype=1;
contrast 't1 vs. t3' bl 3 3 0 0 0 -6/etype=1;
contrast 't2 vs. t3' bl 0 0 2 2 2 -6/etype=1;

proc mixed;
class bl trans;
model abpha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

proc mixed;
class bl trans;
model sabpha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

run;
quit;
```

Resultados del programa RANDAB.SAS.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

| Class | Levels | Values |
|-------|--------|---------------|
| BL | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| TRANS | 7 | 1 2 3 4 5 6 7 |

Number of observations in data set = 240

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ABPHA

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----------|----------------|-------------|------------|--------|
| Model | 41 | 72950.13987 | 1779.27170 | 0.87 | 0.6930 |
| Error | 198 | 404325.88036 | 2042.04990 | | |
| Corrected Total | 239 | 477276.02023 | | | |
| | R-Square | C.V. | Root MSE | ABPHA Mean | |
| | 0.152847 | 124.7861 | 45.18905 | 36.2132083 | |

Dependent Variable: ABPHA

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 20071.79893 | 4014.35979 | 1.97 | 0.0853 |
| TRANS(BL) | 36 | 52878.34094 | 1468.84280 | 0.72 | 0.8799 |
| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
| BL | 5 | 20071.79893 | 4014.35979 | 2.73 | 0.0342 |

General Linear Models Procedure

| Source | Type I Expected Mean Square |
|-----------|---|
| BL | Var(Error) + 5.7567 Var(TRANS(BL)) + 39.987 Var(BL) |
| TRANS(BL) | Var(Error) + 5.7069 Var(TRANS(BL)) |

Duncan's Multiple Range Test for variable: ABPHA

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 1468.843
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 39.93328

| Number of Means | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Critical Range | 17.39 | 18.28 | 18.88 | 19.28 | 19.61 |

Means with the same letter are not significantly different.

| Duncan Grouping | Mean | N | BL | TRATAMIENTO |
|-----------------|--------|----|----|-------------|
| A | 53.750 | 40 | 6 | TEST95 |
| A | | | | |
| B A | 39.700 | 38 | 4 | TRAD92 |
| B | | | | |
| B | 34.488 | 42 | 1 | MEJO92 |
| B | | | | |
| B | 33.443 | 42 | 2 | MEJO94 |
| B | | | | |
| B | 32.253 | 40 | 3 | TRAD89 |
| B | | | | |
| B | 23.405 | 38 | 5 | TRAD94 |

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: ABPHA

| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| t1 vs. t2 | 1 | 357.39636 | 357.39636 | 0.18 | 0.6761 |
| t1 vs. t3 | 1 | 9854.57463 | 9854.57463 | 4.83 | 0.0292 |
| t2 vs. t3 | 1 | 14029.48682 | 14029.48682 | 6.87 | 0.0094 |

Programa RANDLAT.SAS, utilizado para verificar diferencias o similitudes entre el número de latizales por tipo de tratamiento experimental. Se utilizó, un análisis de varianza con contrastes ortogonales y pruebas de comparación múltiples. Además, se empleó el factor random para estimar la precisión del muestreo, basado en el número de unidades de muestreos (parcelas de 25m²).

```
data a;
infile 'a:varilat1.txt';
input bl trat trans parc nlatpp nlatha;

data b;set a;
snlatpp=sqrt(nlatpp);
snlatha=sqrt(nlatha);

proc glm;
class bl trans;
model nlatha snlatha= bl trans(bl)/ss1 e1;
test h=bl e=trans(bl)/ETYPE=1 HTYPE=1;
random bl trans(bl);
means bl/duncan e=trans(bl);
contrast 't1 vs. t2' bl 3 3 -2 -2 -2 0/ etype=1;
contrast 't1 vs. t3' bl 3 3 0 0 0 -6/etype=1;
contrast 't2 vs. t3' bl 0 0 2 2 2 -6/etype=1;

proc mixed;
class bl trans;
model nlatha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

proc mixed;
class bl trans;
model snlatha= bl trans(bl);
random bl trans(bl);

run;
quit;
```

Resultados del programa RANDLAT.SAS

General Linear Models Procedure
Class Level Information

| Class | Levels | Values |
|-------|--------|---------------|
| BL | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| TRANS | 7 | 1 2 3 4 5 6 7 |

Number of observations in data set = 158

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NLATHA

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|-----|----------------|-------------|---------|--------|
| Model | 41 | 5558413.502 | 135571.061 | 0.97 | 0.5277 |
| Error | 116 | 16181333.333 | 139494.253 | | |
| Corrected Total | 157 | 21739746.835 | | | |

| R-Square | C.V. | Root MSE | NLATHA Mean |
|----------|----------|----------|-------------|
| 0.255680 | 53.45227 | 373.4893 | 698.734177 |

Dependent Variable: NLATHA

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 1048997.410 | 209799.482 | 1.50 | 0.1939 |
| TRANS(BL) | 36 | 4509416.092 | 125261.558 | 0.90 | 0.6354 |

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|--------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 1048997.410 | 209799.482 | 1.67 | 0.1657 |

General Linear Models Procedure

| | |
|-----------|---|
| Source | Type I Expected Mean Square |
| BL | Var(Error) + 4.0164 Var(TRANS(BL)) + 26.294 Var(BL) |
| TRANS(BL) | Var(Error) + 3.7185 Var(TRANS(BL)) |

Duncan's Multiple Range Test for variable: NLATHA

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 125261.6
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 26.14576

| | | | | | |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Number of Means | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Critical Range | 198.5 | 208.6 | 215.5 | 220.1 | 223.8 |

Means with the same letter are not significantly different.

| Duncan Grouping | Mean | N | BL | TRATAMIENTO |
|-----------------|--------|----|----|-------------|
| A | 813.79 | 29 | 3 | TRAD89 |
| A | | | | |
| A | 784.00 | 25 | 1 | MEJO92 |
| A | | | | |
| A | 706.67 | 30 | 2 | MEJO94 |
| A | | | | |
| A | 650.00 | 24 | 4 | TRAD92 |
| A | | | | |
| A | 624.00 | 25 | 6 | TEST95 |
| A | | | | |
| A | 592.00 | 25 | 5 | TRAD94 |

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NLATHA

| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| t1 vs. t2 | 1 | 84791.5413 | 84791.5413 | 0.61 | 0.4372 |
| t1 vs. t3 | 1 | 241605.8528 | 241605.8528 | 1.73 | 0.1907 |
| t2 vs. t3 | 1 | 80883.6395 | 80883.6395 | 0.58 | 0.4479 |

Programa RANDBRI.SAS, utilizado para verificar diferencias o similitudes entre el número de brinzales por unidad de área, por tipo de tratamiento experimental. Se utiliza, un análisis de varianza con contrastes ortogonales y pruebas de comparación múltiples. Además, se empleó, el factor random para estimar la precisión del tamaño de la muestra.

```
data a;  
infile 'a:varibri.txt';  
input bl trat trans parc nbripp nbriha;
```

```
data b;set a;  
snbripp=sqrt(nbripp);  
snbriha=sqrt(nbriha);
```

```
proc glm;  
class bl trans;  
model nbriha snbriha= bl trans(bl)/ss1 e1;  
test h=bl e=trans(bl)/ETYPE=1 HTYPE=1;  
random bl trans(bl);  
means bl/duncan e=trans(bl);  
contrast 't1 vs. t2' bl 3 3 -2 -2 -2 0/ etype=1;  
contrast 't1 vs. t3' bl 3 3 0 0 0 -6/etype=1;  
contrast 't2 vs. t3' bl 0 0 2 2 2 -6/etype=1;
```

```
proc mixed;  
class bl trans;  
model nbriha= bl trans(bl);  
random bl trans(bl);
```

```
proc mixed;  
class bl trans;  
model snbriha= bl trans(bl);  
random bl trans(bl);
```

```
run;
```

Resultados del programa RANDBRI.SAS.

General Linear Models Procedure
Class Level Information

| Class | Levels | Values |
|-------|--------|---------------|
| BL | 6 | 1 2 3 4 5 6 |
| TRANS | 7 | 1 2 3 4 5 6 7 |

Number of observations in data set = 1331

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NBRIHA

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------------|----------|----------------|-------------|-------------|--------|
| Model | 41 | 13740431448 | 335132474 | 3.29 | 0.0001 |
| Error | 1289 | 131327139927 | 101882963 | | |
| Corrected Total | 1330 | 145067571375 | | | |
| | R-Square | C.V. | Root MSE | NBRIHA Mean | |
| | 0.094717 | 87.12534 | 10093.71 | 11585.2742 | |

Dependent Variable: NBRIHA

| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|------------|-------------|---------|--------|
| BL | 5 | 7480157468 | 1496031494 | 14.68 | 0.0001 |
| TRANS(BL) | 36 | 6260273980 | 173896499 | 1.71 | 0.0060 |
| Source | DF | Type I SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
| BL | 5 | 7480157468 | 1496031494 | 8.60 | 0.0001 |

Source Type I Expected Mean Square

BL Var(Error) + 31.792 Var(TRANS(BL)) + 221.81 Var(BL)

TRANS(BL) Var(Error) + 31.673 Var(TRANS(BL))

Duncan's Multiple Range Test for variable: NBRIHA

Alpha= 0.05 df= 36 MSE= 1.739E8
 WARNING: Cell sizes are not equal.
 Harmonic Mean of cell sizes= 221.7292

Number of Means 2 3 4 5 6
 Critical Range 2540 2670 2758 2816 2863

Means with the same letter are not significantly different.

| Duncan Grouping | Mean | N | BL | TRATAMIENTO |
|-----------------|-------|-----|----|-------------|
| A | 15420 | 226 | 1 | MEJO92 |
| A | | | | |
| B | 13595 | 226 | 2 | MEJO94 |
| B | | | | |
| B | 11308 | 214 | 5 | TRAD92 |
| B | | | | |
| B | 11206 | 226 | 3 | TEST95 |
| C | | | | |
| C | 9228 | 217 | 4 | TRAD89 |
| C | | | | |
| C | 8592 | 222 | 6 | TRAD94 |

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: NBRIHA

| Contrast | DF | Contrast SS | Mean Square | F Value | Pr > F |
|-----------|----|-------------|-------------|---------|--------|
| t1 vs. t2 | 1 | 4057747615 | 4057747615 | 39.83 | 0.0001 |
| t1 vs. t3 | 1 | 5177498239 | 5177498239 | 50.82 | 0.0001 |
| t2 vs. t3 | 1 | 665578703 | 665578703 | 6.53 | 0.0107 |

Programa REGRESION.SAS, utilizado para estimar la ecuación de regresión de mejor ajuste. Para estimar el modelo, se utilizaron datos de inventarios comerciales aplicados en las unidades de bosques previo a su aprovechamiento forestal. Una vez estimada la ecuación, esta se empleo para estimar el volumen comercial en cada una de las unidades de bosques.

```
options ps=58 ls=78;
data a;
infile "a:\ferlo.dat";
input codesp $ 1-5 dap altcom vol;
ldap=log(dap);
lvol=log(vol);
dap2=dap**2;

if _n_=45 or _n_=618 or _n_=684 or _n_=717 then do;
  dap=.;vol=.;
end;

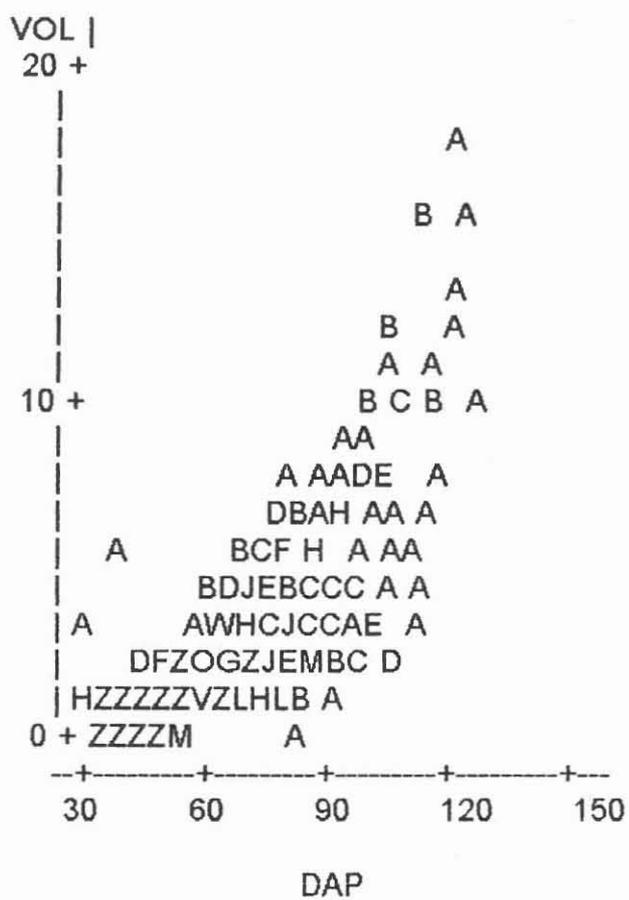
proc plot;
  plot vol*dap/vpos=20 hpos=45;

proc reg;
/*model vol=dap;
  model vol=ldap;
  model lvol=dap;
  model lvol=ldap;
  model vol=dap2;
  model vol=dap dap2; */
  model vol=dap dap2/noint;
  plot residual.*predicted. residual.*dap/hplots=2 vplots=2;
  output out=residuos r=residuos;

proc print;var vol dap residuos;
proc univariate plot normal;var residuos;

run;
quit;
```

Plot of VOL*DAP. Legend: A = 1 obs, B = 2 obs, etc.



Model: MODEL1
 Dependent Variable: VOL

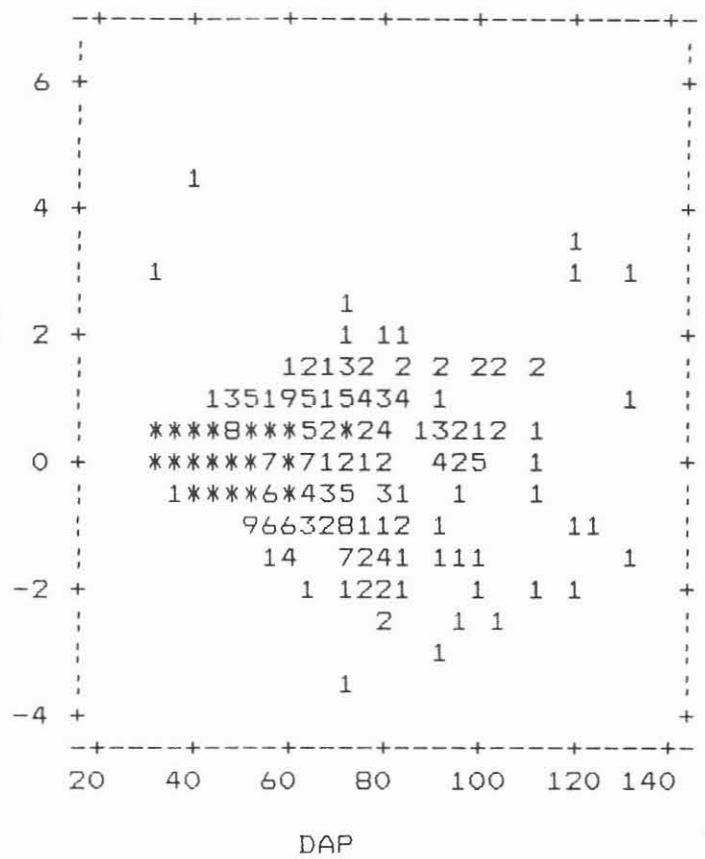
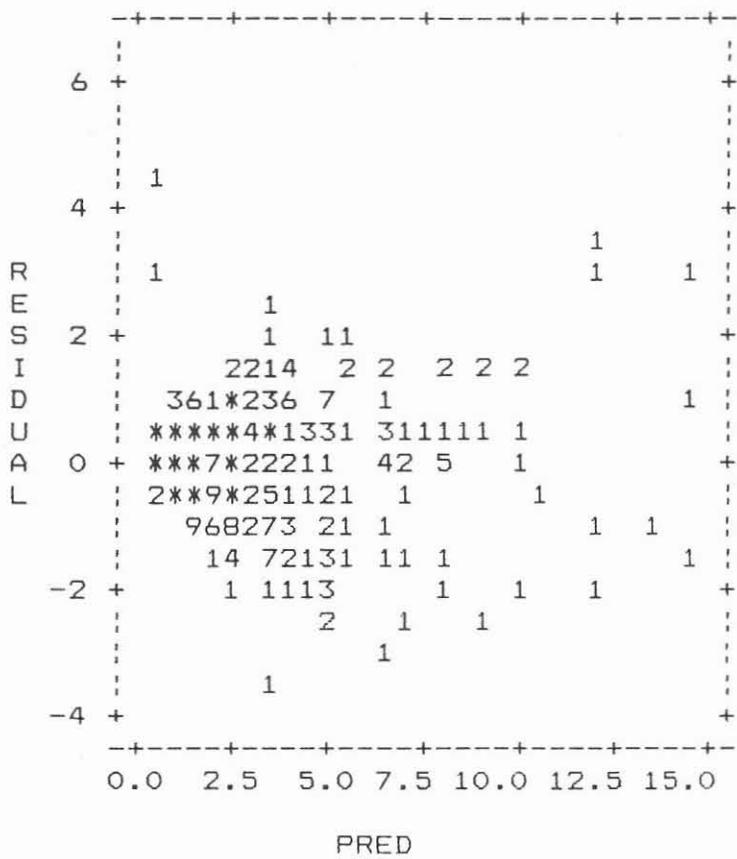
Analysis of Variance

| Source | DF | Sum of Squares | Mean Square | F Value | Prob>F |
|---------|-----|----------------|-------------|----------|--------|
| Model | 2 | 7016.63293 | 3508.31647 | 8391.811 | 0.0000 |
| Error | 984 | 411.37527 | 0.41806 | | |
| U Total | 986 | 7428.00820 | | | |

| | | | |
|----------|----------|----------|--------|
| Root MSE | 0.64658 | R-square | 0.9446 |
| Dep Mean | 1.70957 | Adj R-sq | 0.9445 |
| C.V. | 37.82105 | | |

Parameter Estimates

| Variable | DF | Parameter Estimate | Standard Error | T for H0: Parameter=0 | Prob > T |
|----------|----|--------------------|----------------|-----------------------|-----------|
| DAP | 1 | -0.022535 | 0.00109124 | -20.651 | 0.0001 |
| DAP2 | 1 | 0.001038 | 0.00001577 | 65.819 | 0.0000 |



UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=RESIDUOS

Residual

Moments

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| N | 986 | Sum Wgts | 986 |
| Mean | 0.014244 | Sum | 14.0447 |
| Std Dev | 0.646093 | Variance | 0.417437 |
| Skewness | 0.097899 | Kurtosis | 6.877008 |
| USS | 411.3753 | CSS | 411.1752 |
| CV | 4535.861 | Std Mean | 0.020576 |
| T:Mean=0 | 0.692275 | Prob> T | 0.4889 |
| Sgn Rank | 20738.5 | Prob> S | 0.0203 |
| Num ^= 0 | 986 | | |
| W:Normal | 0.903322 | Prob<W | 0.0 |

Quantiles(Def=5)

| | | | |
|----------|----------|-----|----------|
| 100% Max | 4.497898 | 99% | 1.731836 |
| 75% Q3 | 0.262125 | 95% | 1.006394 |
| 50% Med | 0.042125 | 90% | 0.615975 |
| 25% Q1 | -0.23749 | 10% | -0.6329 |
| 0% Min | -3.35726 | 5% | -1.03846 |
| | | 1% | -2.07846 |
| Range | 7.855161 | | |
| Q3-Q1 | 0.499615 | | |
| Mode | 0.092125 | | |

Extremes

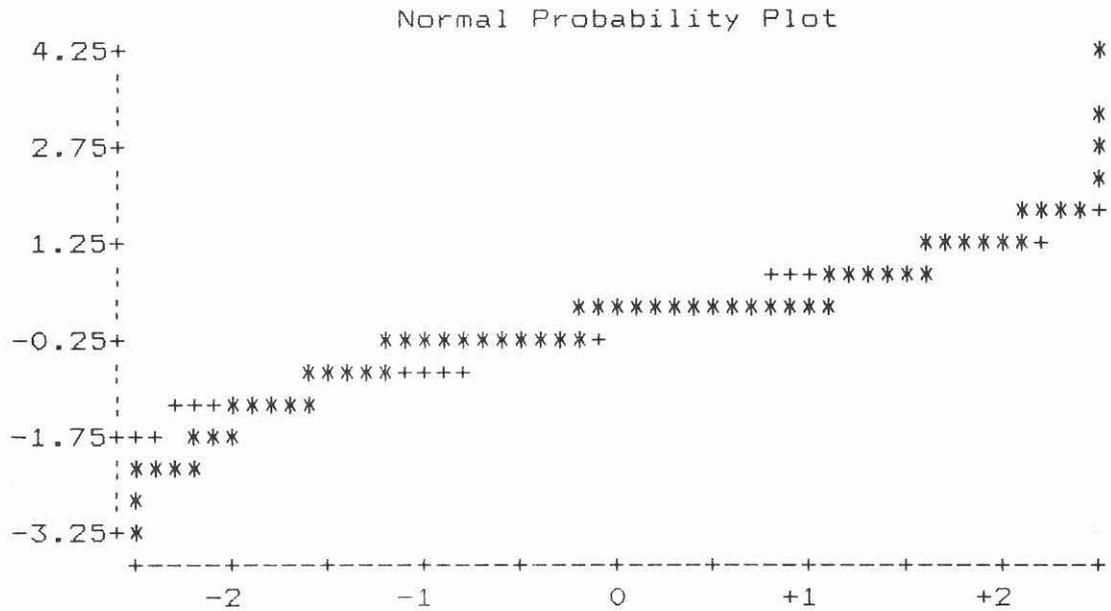
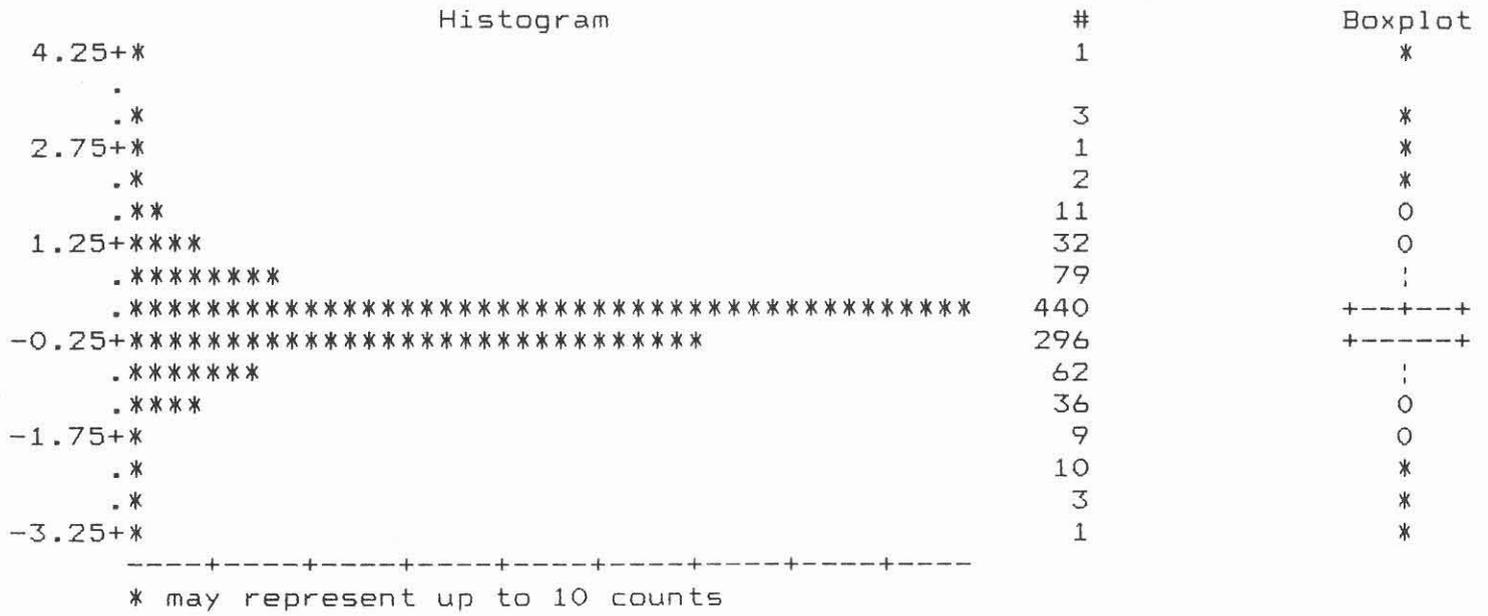
| Lowest | Obs | Highest | Obs |
|-----------|------|-----------|------|
| -3.35726(| 179) | 2.911362(| 414) |
| -2.95719(| 784) | 3.052125(| 425) |
| -2.65439(| 740) | 3.172468(| 970) |
| -2.56443(| 800) | 3.251362(| 323) |
| -2.26846(| 763) | 4.497898(| 180) |

Count 4
% Count/Nobs 0.40

UNIVARIATE PROCEDURE

Variable=RESIDUOS

Residual



ANEXO 3.

**LISTA DE ESPECIES IDENTIFICADAS EN LAS UNIDADES DE
BOSQUES**

Especies arbóreas encontradas en los sitios
Yucatán de Pital, Costa Rica
(10 + cm dap)

PROYECTO RENARM

Componente Bosques Naturales

Fecha de impresión. CATIE : 12/19/90

| Nombre Vernacular | Familia Botánica | Género Botánico | Grupo Ecológico | Grupo Cmr MADERA OTRUSO Ide |
|---------------------|------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Abejon | Caesalpinaceae | Cassia fructicosa | 0 | ACEPTA |
| Aceituno | Simaroubaceae | Simarouba amara | 2 | ACEPTA |
| Aguacatillo | Lauraceae | Ocotea atirraneciis | 0 | ACEPTA |
| Aguacaton | Lauraceae | Beilschmiedia anay | 0 | DESEAB |
| Ajillo | Mimosaceae | Pithecelobium elegans | 0 | DESEAB |
| Alcanfor | Burseraceae | Protium panamensis | 4 | ACEPTA |
| Alcanfor hoja ancha | Burseraceae | Protium sp2. | 0 | SNVAL |
| Alcanfor hoja media | Burseraceae | Protium sp1. | 0 | SNVAL |
| Alchornea | Euphorbiaceae | Alchornea sp. | 0 | SNVAL |
| Algodon | Euphorbiaceae | Droton killipianus | 1 | ACEPTA |
| Alma negra | Elaeocarpaceae | Sloanea faginea | 0 | ACEPTA |
| Almendo | Papilionaceae | Dipteryx panamensis | 0 | DESEAB |
| Almendo de montaña | Papilionaceae | Andira inermis | 0 | SNVAL |
| Amargo | Apocynaceae | Aspidosperma negalocarpom | 0 | SNVAL |
| Amargo amargo | Moraceae | Aspidosperma spruceanum | 0 | DESEAB |
| Amarguito | Moraceae | Droton tonduzii | 0 | ACEPTA |
| Amarguito de latex | Maraceae | Naucleopsis naga | 0 | ACEPTA |
| Anonillo | Annonaceae | Rollinia microcephala Standl. | 2 | DESEAB |
| Anono | Annonaceae | Guatteria dyospiroides | 0 | ACEPTA |
| Anono blanco | Annonaceae | Guatteria sp1. | 0 | ACEPTA |
| Anono colorado | Annonaceae | Anaxagorea crassipetala | 0 | SNVAL |
| Anono negro | Annonaceae | Rollinia pittieri | 0 | SNVAL |
| Araliacea | Araliaceae | Schefflera robusta A.C.Smith | 0 | SNVAL |
| Arenillo | Aquifoliaceae | Ilex skutchii | 0 | SNVAL |
| Areno | Vochysiaceae | Qualea paraensi | 4 | DESEAB |
| Balsa | Bombacaceae | Ochroma lagopus | 0 | DESEAB |
| Barbasquillo | Euphorbiaceae | Phyllanthus skutchii Standl. | 0 | SNVAL |
| Botarrama a. | Vochysiaceae | Vochysia alleni | 2 | DESEAB |
| Botarrama f. | Vochysiaceae | Vochysia ferruginia | 2 | DESEAB |
| Burio | Tiliaceae | Helicarpus papayanensis | 0 | SNVAL |
| Cacaohuillo | Sterculiaceae | Sterculia recordiana | 0 | ACEPTA |
| Cachito | Malpighiaceae | Spachea correae | 0 | ACEPTA |
| Cafecillo | Rubiaceae | Ferdinandusa panamensis | 0 | SNVAL |
| Caimito | Sapotaceae | Chrysophyllum caimito | 0 | ACEPTA |
| Campanillo | Chrysobalanaceae | Hirtella americana | 0 | SNVAL |
| Campano | Euphorbiaceae | Gordonia brandeggei | 0 | DESEAB |
| Canelo | Lauraceae | Ocotea veraguensis | 0 | DESEAB |
| Canelo hoja fina | Lauraceae | Nectandra salicifolia | 0 | SNVAL |
| Canelo sp. | Lauraceae | Ocotea sp. | 0 | SNVAL |
| Canfin | Burseraceae | Protium costaricense | 0 | DESEAB |
| Canoa | Celastraceae | Celastrus sp. | 0 | SNVAL |
| Caobilla | Meliaceae | Carapa guianensis | 4 | DESEAB |
| Capulin | Ulmaceae | Muntingia calabura | 1 | ACEPTA |
| Capulin blanco | Ulmaceae | Trema micrantha | 1 | SNVAL |
| Carboncillo | Papilionaceae | Sweetia panamensis | 0 | ACEPTA |
| Carey | Sapotaceae | Elaeoluma glabrescens | 0 | DESEAB |
| Cedro dulce | Meliaceae | Cedrela tonduzii | 0 | DESEAB |
| Cedro maria | Clusiaceae | Catophyllum brasiliense Standl. | 4 | ACEPTA |
| Ceiba | Bombacaceae | Ceiba pentandra | 2 | DESEAB |
| Chaperno | Papilionaceae | Lonchocarpus atropurpureus | 9 | DESEAB |

| Nombre Vernacular | Familia Botánica | Género Botánico | Grupo Ecológico | Grupo Car MADERA | Car OTRUSO | Ide |
|---------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------|------------------|------------|-----|
| Chaperno amarillo | Papilionaceae | Lonchocarpus sp1. | 0 | SNVAL | | |
| Chaperno blanco | Papilionaceae | Lonchocarpus latifolius | 0 | SNVAL | | |
| Chaperno colorado | Papilionaceae | Lonchocarpus oliganthus | 0 | SNVAL | | |
| Chaperno negro | Papilionaceae | Lonchocarpus sp2. | 0 | SNVAL | | |
| Chasparreo | Euphorbiaceae | Alchornea latifolia Swartz. | 0 | SNVAL | | |
| Chirraca | Papilionaceae | Miroxylum balsamum | 0 | ACEPTA | | |
| Chumico | Moraceae | Fourouma bicolor | 3 | DESEAB | | |
| Chumico raspa | Maraceae | Pourouma aspera | 3 | ACEPTA | | |
| Cocobola | Papilionaceae | Dalbergia retusa | 0 | DESEAB | | |
| Cocobolo de SCarlos | Papilionaceae | Vatairea lundellii | 0 | DESEAB | | |
| Cocora | Meliaceae | Guarea trichiloides | 5 | DESEAB | | |
| Cocora blanco | Meliaceae | Billia hippocastanum | 0 | ACEPTA | | |
| Cocora sp. | Meliaceae | Guarea sp. | 0 | DESEAB | | |
| Cocorita | Meliaceae | Guarea rhopalocarpa | 0 | SNVAL | | |
| Cola de pavo | Papilionaceae | Hymenolobium mesoamericanum | 0 | DESEAB | | |
| Coloradito | Chrysobalanaceae | Hirtella triandra | 0 | DESEAB | | |
| Coloradito sp. | Chrysobalanaceae | Heisteria longipes | 0 | ACEPTA | | |
| Colpachi | Euphorbiaceae | Croton schiedialus | 0 | ACEPTA | | |
| Comenegro | Papilionaceae | Lonchocarpus velutinus | 0 | ACEPTA | | |
| Copel | Clusiaceae | Protium costaricense | 0 | DESEAB | | |
| Cordoncillo | Piperaceae | Piper sp. | 0 | ACEPTA | | |
| Corteza | Bignoniaceae | Tabebuia chrysantha | 0 | SNVAL | | |
| Corteza amarillo | Bignoniaceae | Tabebuia ochracea | 0 | DESEAB | | |
| Ducaracho | Meliaceae | Billia colombiana | 0 | DESEAB | | |
| Ducaracho cocora | Meliaceae | Guarea aligera | 0 | SNVAL | | |
| Querillo | Symplocaceae | Symlocos sp. | 0 | SNVAL | | |
| Cymbopetalum | Annonaceae | Cymbopetalum sp. | 0 | SNVAL | | |
| Danto amarillo | Sapotaceae | Roupala spp. | 0 | DESEAB | | |
| Danto plumillo | Sapotaceae | Roupala montana | 0 | ACEPTA | | |
| Dichapetalum | Dichapetalaceae | Dichapetalum Donell-Smithii | 0 | SNVAL | | |
| Elequeme | Araceae | Anthurium trinerve Miq. | 0 | SNVAL | | |
| Erythroxylum | Erythroxylacaceae | Erythroxylum multiflorum | 0 | SNVAL | | |
| Escobillo | Combretaceae | Terminalia bucidiodes | 0 | ACEPTA | | |
| Escobillo sp. | Combretaceae | Conostegia pittierii | 0 | SNVAL | | |
| Fosforillo | Araliaceae | Dendropanax arboreus | 3 | ACEPTA | | |
| Fosforo | Euphorbiaceae | Alchornea costarricensis | 0 | ACEPTA | | |
| Frijolillo | Papilionaceae | Lonchocarpus sp3. | 0 | SNVAL | | |
| Fruta dorada g. | Myristicaceae | Virola guatemalensis | 0 | ACEPTA | | |
| Fruta dorada k. | Myristicaceae | Virola kochnyi | 4 | DESEAB | | |
| Fruta dorada s. | Myristicaceae | Virola sebifera | 4 | DESEAB | | |
| Gabul | Annonaceae | Xylopia sericophyla | 0 | SNVAL | | |
| Gallinazo | Bignoniaceae | Jacaranda copaia | 2 | DESEAB | | |
| Gavilan | Mimosaceae | Pentaclethra macroloba | 4 | DESEAB | | |
| Granadillo | Papilionaceae | Dalbergia tucurensis | 0 | DESEAB | | |
| Guabilla | Mimosaceae | Inga punctata | 2 | ACEPTA | | |
| Guabo | Mimosaceae | Inga densiflora | 0 | SNVAL | | |
| Guabo colorado | Mimosaceae | Inga tonduzii | 4 | SNVAL | | |
| Guabo de mono | Mimosaceae | Pithecelobium gigantifolium | 0 | ACEPTA | | |
| Guabo negro | Mimosaceae | Inga spectabilis | 0 | SNVAL | | |
| Guabo ron ron | Mimosaceae | Inga coruscans | 0 | DESEAB | | |
| Guacimo blanco | Tiliaceae | Goethalsia meiantha | 2 | DESEAB | | |
| Guacimo colorado | Tiliaceae | Luehea seemannii | 3 | ACEPTA | | |
| Guaitil | Rubiaceae | Genipa americana | 0 | DESEAB | | |
| Guaitil sp. | Rubiaceae | Simarouba | 0 | ACEPTA | | |
| Guacacaste blanco | Mimosaceae | Albizia caribaea | 0 | DESEAB | | |
| Guacacaste colorado | Mimosaceae | Enterolobium schomburgkii | 0 | ACEPTA | | |

| Nombre Vernacular | Familia Botánica | Género Botánico | Grupo Ecológico | Grupo Cmr MADERA OTRUSO Ide |
|---------------------|------------------|----------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Guarumo | Moraceae | Cecropia pittieri | 1 | ACEPTA |
| Guarumo blanco | Moraceae | Cecropia obtusifolia | 0 | SNVAL |
| Guarumo colorado | Moraceae | Cecropia insignis | 0 | SNVAL |
| Guarumo peludo | Moraceae | Cecropia peltata | 0 | SNVAL |
| Guayabillo | Myrtaceae | Eugenia sp. | 0 | SNVAL |
| Guayabo colorado | Combretaceae | Terminalia ivorensis | 0 | ACEPTA |
| Guayaquil | Fabaceae | Albizia guachapele | 0 | ACEPTA |
| Higo | Moraceae | Ficus carica | 0 | DESEAB |
| Hoja ancha | Acanthaceae | Aphelandra sp. | 0 | ACEPTA |
| Hoja dorada | Myristicaceae | Otoba novagranatensis | 0 | SNVAL |
| Hoja menuda | Flacourtiaceae | Casearia sp. | 0 | SNVAL |
| Huesillo | Sapindaceae | Talisia oliviformis | 0 | ACEPTA |
| Huevo de caballo | Apocynaceae | Stemmadenia sp. | 0 | ACEPTA |
| Ira | Lauraceae | Ocotea ira Mez & Pittier. | 0 | DESEAB |
| Ira mangle | Lauraceae | Ocotea palmata Mez & Donn. | 0 | SNVAL |
| Ira rosa | Lauraceae | Nectandra sanguinea Rottb. | 0 | DESEAB |
| Ira sp. | Lauraceae | Ocotea tonduzii Standl. | 0 | SNVAL |
| Jicarillo | Lecythidaceae | Lecythis costaricensis | 0 | SNVAL |
| Jicaro | Lecythidaceae | Lecythis ampla | 4 | DESEAB |
| Jobo | Anacardiaceae | Spondias mombin | 9 | DESEAB |
| Jorco | Clusiaceae | Rheedia edulis | 0 | ACEPTA |
| Jorco sp. | Clusiaceae | Garcinia madruno | 0 | ACEPTA |
| Labios de mujer | Rubiaceae | Psychotria sp. | 0 | SNVAL |
| Lacunaria | Quiinaceae | Lacunaria panamensis | 0 | SNVAL |
| Lagarto | Rutaceae | Zanthoxylum belizense | 2 | DESEAB |
| Lagarto blanco | Rutaceae | Zanthoxylum microcarpum | 0 | ACEPTA |
| Lagarto colorado | Rutaceae | Zanthoxylum melanostictum | 0 | ACEPTA |
| Laurel | Boraginaceae | Cordia alliodora | 2 | DESEAB |
| Laurel mastate | Boraginaceae | Cordia megalanta | 9 | DESEAB |
| Laurel muñeco | Boraginaceae | Cordia bicolor | 2 | DESEAB |
| Lavaplato | Solanaceae | Solanum hayesii Fern. | 1 | SNVAL |
| Leche de vaca | Apocynaceae | Couma macrocarpa | 9 | DESEAB |
| Lechillo | Moraceae | Batocarpus costaricensis | 0 | SNVAL |
| Lechoso | Moraceae | Brosium utile | 4 | DESEAB |
| Lengua de vaca | Solanaceae | Miconia aeruginosa | 9 | ACEPTA |
| Lengua de vaca col. | Solanaceae | Solanum rugosum | 0 | ACEPTA |
| Limoncillo | Monimiaceae | Mollinedia sp. | 0 | SNVAL |
| Lirio | Hippocrateaceae | Salacia sp. | 0 | ACEPTA |
| Lirio sp. | Hippocrateaceae | Salacia sp. | 0 | SNVAL |
| Madroño | Rubiaceae | Borojoa panamensis | 0 | DESEAB |
| Madroño negro | Rubiaceae | Borojoa sp. | 0 | SNVAL |
| Magnolia | Magnoliaceae | Magnolia posana | 0 | ACEPTA |
| Majaqua | Annonaceae | Xilopha frutescens | 0 | ACEPTA |
| Manga larga | Flacourtiaceae | Laetia procera | 3 | DESEAB |
| Manga larga blanca | Flacourtiaceae | Casearia sp. | 0 | SNVAL |
| Mangle | Rubiaceae | Psychotria sp. | 0 | ACEPTA |
| Manglillo | Apocynaceae | Aspidosperma cruentum | 0 | DESEAB |
| Manguillo | Moraceae | Maquira costaricensis | 0 | SNVAL |
| Manguito | Anacardiaceae | Mangifera spp. | 0 | ACEPTA |
| Manu manu | Oleaceae | Minquartia guianensis | 0 | DESEAB |
| Manu platano | Verbenaceae | Vitex cooperi | 3 | DESEAB |
| Manusillo | Flacourtiaceae | Rhyania speciosa | 0 | ACEPTA |
| Manusillo blanco | Flacourtiaceae | Rhyania sp. | 0 | ACEPTA |
| Manusillo sp. | Flacourtiaceae | Rhyania sp. | 0 | SNVAL |
| Marila | Clusiaceae | Marila pluricostata | 0 | SNVAL |
| Matapalo | Moraceae | Ficus spp. | 0 | SNVAL |

| Nombre Vernacular | Familia Botánica | Género Botánico | Grupo Ecológico | Grupo Cmr MADERA | Omr QTRUSO | Ide |
|--------------------|------------------|-------------------------------------|-----------------|------------------|------------|-----|
| Matasano | Rutaceae | Casimiroa tetrameria | 0 | SNVAL | | |
| Melon | Oleaceae | Rehdera trinervis | 0 | DESEAB | | |
| Molenillo | Bombacaceae | Quararibea asterolepis | 0 | ACCEPTA | | |
| Molenillo colorado | Bombacaceae | Quararibea turbinata | 0 | SNVAL | | |
| Molenillo negro | Bombacaceae | Quararibea spl. | 0 | SNVAL | | |
| Molenillo sp. | Bombacaceae | Quararibea spp. | 0 | SNVAL | | |
| Murta | Myrtaceae | Eugenia spp. | 0 | SNVAL | | |
| Muñeco | Boraginaceae | Cordia nitida | 0 | ACCEPTA | | |
| Muñeco hoja ancha | Boraginaceae | Cordia dwyeri | 0 | ACCEPTA | | |
| Muñeco hoja larga | Boraginaceae | Cordia spl. | 0 | SNVAL | | |
| Muñeco sp. | Boraginaceae | Cordia spp. | 0 | SNVAL | | |
| Nance | Malpighiaceae | Byrsonima crassifolia | 9 | DESEAB | | |
| Nance blanco | Malpighiaceae | Byrsonima crispa | 0 | ACCEPTA | | |
| Nance colorado | Malpighiaceae | Clethra mexicana | 0 | ACCEPTA | | |
| Naranjito | Caesalpinaceae | Swartzia simplex | 0 | DESEAB | | |
| Nene | Papilionaceae | Ormosia velutina | 0 | DESEAB | | |
| Nene negro | Papilionaceae | Ormosia sp. | 0 | ACCEPTA | | |
| Nispero tinto | Sapotaceae | Manilkara achras | 0 | DESEAB | | |
| Nispero zapotillo | Sapotaceae | Manilkara sapota | 0 | DESEAB | | |
| Ocra | Meliaceae | Guarea bullata | 0 | SNVAL | | |
| Ojoche | Moraceae | Brosimum alicastrum | 0 | DESEAB | | |
| Ojoche blanco | Moraceae | Brosimum guianense | 0 | ACCEPTA | | |
| Ojoche colorado | Moraceae | Pseudolmedia spuria | 0 | ACCEPTA | | |
| Ojoche macho | Moraceae | Batocarpus costarricensis | 0 | DESEAB | | |
| Ojoche negro | Moraceae | Brosimum sapiifolium | 0 | SNVAL | | |
| Ojochillo | Moraceae | Mabea montana | 0 | DESEAB | | |
| Ojochillo colorado | Moraceae | Mabea occidentalis | 0 | ACCEPTA | | |
| Ojochillo sp. | Moraceae | Mabea spp. | 0 | SNVAL | | |
| Olivo | Erythroxylaceae | Erythroxylum amplum | 0 | ACCEPTA | | |
| Olivo sp. | Erythroxylaceae | Erythroxylum spp. | 0 | SNVAL | | |
| Palanco | Lecythidaceae | Escweilera calyculata | 0 | ACCEPTA | | |
| Paleta | Papilionaceae | Dussia macrophyllata | 0 | DESEAB | | |
| Paleta blanco | Papilionaceae | Pterocarpus hayesii | 3 | ACCEPTA | | |
| Paleta hoja ancha | Papilionaceae | Pterocarpus spl. | 0 | SNVAL | | |
| Palo de bejuco | Sapindaceae | Cupania glebra | 0 | ACCEPTA | | |
| Palo de burro | Capparidaceae | Capparis pittieri Standl. | 0 | SNVAL | | |
| Palo de papa | Sterculiaceae | Sterculia recordiana | 9 | ACCEPTA | | |
| Palo de pava | Rubiaceae | Chione costaricensis | 0 | DESEAB | | |
| Palo de uva | Ericaceae | Satvria varczewiczii | 0 | SNVAL | | |
| Panama | Sterculiaceae | Sterculia apetala | 0 | DESEAB | | |
| Papaturro | Polygonaceae | Coccoloba sp. | 0 | SNVAL | | |
| Papaturro sp. | Polygonaceae | Coccoloba spp. | 0 | SNVAL | | |
| Papayillo | Caricaceae | Schefflera morototom | 0 | SNVAL | | |
| Pastora | Rubiaceae | Warszewiczia coccinea | 0 | ACCEPTA | | |
| Pava | Araliaceae | Didymopanax morototoni | 0 | DESEAB | | |
| Peine de mico | Tiliaceae | Apeiba membranaceae | 3 | DESEAB | | |
| Pejiballito | Rubiaceae | Chimarrhis parviflora Standl. | 0 | SNVAL | | |
| Pichipan | Rhamnaceae | Colubrina ovalifolia | 0 | ACCEPTA | | |
| Pichipan sp. | Rhamnaceae | Colubrina spinosa | 0 | ACCEPTA | | |
| Piedra | Chrysobalanaceae | Couepia sp. | 0 | DESEAB | | |
| Piedra sp. | Polygonaceae | Coccoloba tuerckheimii | 0 | ACCEPTA | | |
| Piedrilla | Erythroxylaceae | Ardisia sp. | 0 | ACCEPTA | | |
| Piedrilla peludo | Erythroxylaceae | Erythroxylum spl. | 0 | ACCEPTA | | |
| Piedrilla sp. | Erythroxylaceae | Erythroxylum spp. | 0 | SNVAL | | |
| Pilon | Euphorbiaceae | Hieronyma oblonga (Tul.) Muell. Arg | 0 | DESEAB | | |
| Flonillo | Flacourtiaceae | Casaria sylvestris | 0 | DESEAB | | |

| Nombre Vernacular | Familia Botánica | Género Botánico | Grupo Ecológico | Grupo Cmr MADERA OTRUSO Ide |
|----------------------|------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------------------|
| Plomo | Lytraceae | Lafoensia puniceifolia DC. | 0 | SNVAL |
| Poponjoche | Bombacaceae | Pachira aquatica | 0 | ACEPTA |
| Poro | Papilionaceae | Erythrina glauca | 2 | DESEAB |
| Pouteria | Sapotaceae | Pouteria subratata | 0 | SNVAL |
| Quina | Quiinaceae | Quiina sp. | 0 | SNVAL |
| Quitacalzon | Meliaceae | Guarea sp. | 0 | SNVAL |
| Quizarra | Lauraceae | Phoebe valeriana | 9 | DESEAB |
| Quizarra hediondo | Lauraceae | Nectandra sinuata | 0 | ACEPTA |
| Quizarra hoja fina | Lauraceae | Nectandra sp1. | 0 | SNVAL |
| Quizarra negro | Lauraceae | Nectandra kunthiana | 0 | ACEPTA |
| Quizarra sp. | Lauraceae | Nectandra spp. | 0 | SNVAL |
| Quizarraquino | Lauraceae | Licaria multinervis | 0 | DESEAB |
| Rascacielo | Ulmaceae | Ampelocera hottlei Standl. | 9 | ACEPTA |
| Rascacielo sp. | Elaeocarpaceae | Sloanea sp. | 0 | ACEPTA |
| Repollito | Lecythydaceae | Eschwileria spp. | 0 | DESEAB |
| Repollito hoja ancha | Lecythydaceae | Eschwileria sp1. | 0 | SNVAL |
| Repollito sp. | Lecythydaceae | Eschwileria sp. | 0 | SNVAL |
| Roble coral | Combretaceae | Terminalia amazonia | 4 | DESEAB |
| Roble sabana | Combretaceae | Tabebuia rosea | 0 | DESEAB |
| Ronchil | Clusiaceae | Vismia macrophylla | 0 | ACEPTA |
| Ronchil sp. | Clusiaceae | Vismia ferruginea | 0 | ACEPTA |
| Ruptilocarpon | Lepidobotryaceae | Ruptilocarpon caracolito | 0 | SNVAL |
| Sangregado | Papilionaceae | Dussia cuscatlanica | 0 | DESEAB |
| Sangrillo | Myristicaceae | Pterocarpus havessii | 0 | DESEAB |
| Santa maria | Melastomataceae | Miconia argentea | 0 | ACEPTA |
| Sauraria | Dilleniaceae | Sauraria sp. | 9 | SNVAL |
| Sombra de armado | Euphorbiaceae | Pera arborea | 0 | ACEPTA |
| Sombra de iguana | Sapindaceae | Dipterodendrom costaricense | 0 | SNVAL |
| Sonzapote | Chrysobalanaceae | Licania platypus | 0 | DESEAB |
| Tabacon | Lecythydaceae | Cespedesia macrophylla | 4 | DESEAB |
| Tabacon sp. | Lecythydaceae | Grais cauliflora | 0 | DESEAB |
| Tamarindo | Caesalpinaceae | Dialium guianensis | 0 | DESEAB |
| Targua | Euphorbiaceae | Croton gossypifolius | 0 | SNVAL |
| Tarquayugo | Fabeaceae | Dussia macrophyllata | 0 | SNVAL |
| Titor | Humiriaceae | Sacoglottis trichogyna | 0 | DESEAB |
| Tostado | Lauraceae | Acotea stemonedra | 0 | DESEAB |
| Tropical | Bignoniaceae | Amphitecna sp. Donn. Smith | 0 | ACEPTA |
| Tuete de montaña | Rubiaceae | Vernonima patens | 0 | ACEPTA |
| Uva | Myrsinaceae | Ardisia sp. | 0 | ACEPTA |
| Uva blanco | Myrsinaceae | Ardisia sp1. | 0 | SNVAL |
| Uva colorado | Myrsinaceae | Ardisia sp2. | 0 | SNVAL |
| Uva negro | Myrsinaceae | Ardisia sp4. | 0 | SNVAL |
| Vainillo | Mimosaceae | Stryphnodendron microstachyum | 2 | DESEAB |
| Varazon | Myrtaceae | Myrciaria floribunda | 0 | ACEPTA |
| Varazon colorado | Myrtaceae | Myrciaria sp1. | 0 | SNVAL |
| Yallo | Euphorbiaceae | Adelia triloba | 0 | ACEPTA |
| Yallo sp. | Euphorbiaceae | Adelia spp. | 0 | SNVAL |
| Yema de huevo | Rubiaceae | Chimarrhis latifolia | 0 | DESEAB |
| Zapote | Sapotaceae | Manilkara zapota | 0 | DESEAB |
| Zapote colorado | Sapotaceae | Pouteria viridis | 0 | SNVAL |
| Zapotillo | Sapotaceae | Chrysophyllum spp. | 4 | DESEAB |
| Zapotillo negro | Sapotaceae | Pouteria reticulata | 0 | ACEPTA |
| Zopilote | Solanaceae | Cyphomendra costaricensis | 0 | DESEAB |
| Zorrillo | Monimiaceae | Zanthoxylum limoncello | 0 | ACEPTA |
| Zorrillo blanco | Solanaceae | Cestrum sp. Standl. | 0 | SNVAL |
| Zora | Verbenaceae | Aeschiphila panamensis | 0 | ACEPTA |

ANEXO 4.

FAMILIAS IDENTIFICADAS

Continuación ...

| | | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | Total | |
|---------------|--------|-------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| Grupo | Cmr | 10-19.9 | | 20-29.9 | | 30-39.9 | | 40-49.9 | | 50-59.9 | | 60+ | | Total | |
| | | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB |
| Lauraceae | DESEAB | 4.8 | 0.052 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.052 |
| Lecythidaceae | DESEAB | 14.3 | 0.187 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 14.3 | 0.187 |
| Meliaceae | DESEAB | 16.7 | 0.841 | 7.1 | 0.384 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.319 | 4.8 | 1.022 | 7.1 | 7.932 | 38.1 | 10.498 |
| Mimosaceae | DESEAB | 47.6 | 1.653 | 26.2 | 1.316 | 9.5 | 0.771 | 9.5 | 1.216 | 7.1 | 1.623 | 9.5 | 3.555 | 109.5 | 10.134 |
| Moraceae | DESEAB | 16.7 | 0.412 | 2.4 | 0.117 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.586 | 0.0 | 0.000 | 21.4 | 1.116 |
| Myristicaceae | DESEAB | 4.8 | 0.099 | 2.4 | 0.086 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.370 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.555 |
| Olacaceae | DESEAB | 2.4 | 0.028 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.502 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.530 |
| Papilionaceae | DESEAB | 4.8 | 0.056 | 4.8 | 0.213 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.519 | 0.0 | 0.000 | 11.9 | 0.789 |
| Papilionaceae | DESEAB | 2.4 | 0.071 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.071 |
| Rubiaceae | DESEAB | 4.8 | 0.075 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.075 |
| Sapotaceae | DESEAB | 9.5 | 0.184 | 4.8 | 0.208 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 14.3 | 0.392 |
| Solanaceae | DESEAB | 2.4 | 0.025 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.025 |
| Verbenaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.649 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.649 |
| Vochysiaceae | DESEAB | 19.0 | 0.446 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 10.712 | 28.6 | 11.158 |
| Subtotal | | 171.4 | 4.506 | 47.6 | 2.323 | 9.5 | 0.771 | 19.0 | 2.780 | 23.8 | 5.442 | 40.5 | 32.140 | 311.9 | 47.962 |
| Porcentajes % | | 41.6 | 8.8 | 11.6 | 4.5 | 2.3 | 1.5 | 4.6 | 5.4 | 5.8 | 10.6 | 9.8 | 62.8 | 75.7 | 93.7 |
| Annonaceae | SNVAL | 2.4 | 0.022 | 2.4 | 0.076 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.098 |
| Euphorbiaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.089 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.089 |
| Lytraceae | SNVAL | 7.1 | 0.101 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.101 |
| Papilionaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.104 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.418 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.522 |
| Polygonaceae | SNVAL | 2.4 | 0.074 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.074 |
| Subtotal | | 11.9 | 0.197 | 7.1 | 0.269 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.418 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 21.4 | 0.885 |
| Porcentajes % | | 2.9 | 0.4 | 1.7 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 5.2 | 1.7 |
| Total | | 235.7 | 5.686 | 78.6 | 3.726 | 11.9 | 0.974 | 21.4 | 3.198 | 23.8 | 5.442 | 40.5 | 32.140 | 411.9 | 51.166 |
| Porcentajes % | | 57.2 | 11.1 | 19.1 | 7.3 | 2.9 | 1.9 | 5.2 | 6.3 | 5.8 | 10.6 | 9.8 | 0.0 | 100.0 | 100.0 |

Fecha de impresión : 28/09/95

Sitio: YUCATAN, SAN CARLOS , Zona Norte Central , Costa Rica

Descripción de subparcelas por parcela :

| | | |
|-----------|-----|----------------|
| Tamaño(m) | No. | Area Total(ha) |
| 10 X 10 | 42 | 0.42 |

Resultados de parcela(s) : 1 2 3 4 5 6 7

Fecha de medición: 20/03/95

Observaciones : TRAD1989

Distribución de individuos (No./ha) y área basal (m2/ha) por Familia y Grupo Comercial. Para todos los individuos con dap >=10 cm

| | | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | Total | |
|-----------------|--------|-------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| | | 10-19.9 | | 20-29.9 | | 30-39.9 | | 40-49.9 | | 50-59.9 | | 60+ | | Total | |
| Grupo | Cmr | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB |
| Burseraceae | ACEPTA | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.242 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.242 |
| Clusiaceae | ACEPTA | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.098 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.098 |
| Euphorbiaceae | ACEPTA | 23.8 | 0.452 | 14.3 | 0.617 | 2.4 | 0.206 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 40.5 | 1.275 |
| Flacourtiaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.040 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.040 |
| Hippocrateaceae | ACEPTA | 7.1 | 0.113 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.113 |
| Lauraceae | ACEPTA | 2.4 | 0.020 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.020 |
| Maraceae | ACEPTA | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.095 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.095 |
| Moraceae | ACEPTA | 11.9 | 0.174 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 11.9 | 0.174 |
| MoraceaeX | ACEPTA | 21.4 | 0.274 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 21.4 | 0.274 |
| Myrsinaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.022 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.022 |
| Myrtaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.021 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.021 |
| Rhamnaceae | ACEPTA | 4.8 | 0.059 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.059 |
| Sapindaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.041 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.041 |
| Solanaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.029 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.029 |
| Ulmaceae | ACEPTA | 2.4 | 0.065 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.065 |
| Subtotal | | 85.7 | 1.311 | 23.8 | 1.051 | 2.4 | 0.206 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 111.9 | 2.568 |
| Porcentajes % | | 23.4 | 4.2 | 6.5 | 3.3 | 0.6 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 30.5 | 8.2 |
| Boombacaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.490 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.490 |
| Boraginaceae | DESEAB | 2.4 | 0.035 | 2.4 | 0.141 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.176 |
| Burseraceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.238 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.948 | 4.8 | 1.186 |
| Combretaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 1.267 | 2.4 | 1.267 |
| Flacourtiaceae | DESEAB | 2.4 | 0.020 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.020 |
| Rumiriaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.314 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.314 |
| Lauraceae | DESEAB | 2.4 | 0.070 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.212 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.282 |
| Meliaceae | DESEAB | 9.5 | 0.114 | 2.4 | 0.148 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.666 | 0.0 | 0.000 | 14.3 | 0.928 |
| Mimosaceae | DESEAB | 23.8 | 0.341 | 19.0 | 0.966 | 7.1 | 0.631 | 14.3 | 2.303 | 4.8 | 1.154 | 21.4 | 10.961 | 90.5 | 16.358 |
| Moraceae | DESEAB | 4.8 | 0.075 | 2.4 | 0.145 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.433 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.652 |
| Myristicaceae | DESEAB | 2.4 | 0.035 | 2.4 | 0.121 | 2.4 | 0.209 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.364 |

..... sigue

Continuación ...

| | Grupo Cmr | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | Total | |
|---------------|--------------|-------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|--------|-------|--------|
| | | 10-19.9 | | 20-29.9 | | 30-39.9 | | 40-49.9 | | 50-59.9 | | 60+ | | No. | AB |
| | | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | árb. | AB |
| Oleaceae | DESEAB | 2.4 | 0.069 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.069 |
| Papilionaceae | DESEAB | 4.8 | 0.071 | 2.4 | 0.076 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 1.525 | 9.5 | 1.672 |
| Rubiaceae | DESEAB | 2.4 | 0.052 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.052 |
| Sapotaceae | DESEAB | 7.1 | 0.150 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.298 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.448 |
| Solanaceae | DESEAB | 4.8 | 0.117 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.117 |
| Sterculiaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.112 | 2.4 | 0.185 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.298 |
| Tiliaceae | DESEAB | 4.8 | 0.059 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.059 |
| Vochysiaceae | DESEAB | 4.8 | 0.042 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.209 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.525 | 4.8 | 1.435 | 14.3 | 2.211 |
| Subtotal | | 78.6 | 1.251 | 33.3 | 1.709 | 26.2 | 2.473 | 19.0 | 3.050 | 9.5 | 2.346 | 33.3 | 16.136 | 200.0 | 26.965 |
| Porcentajes % | | 21.4 | 4.0 | 9.1 | 5.4 | 7.1 | 7.9 | 5.2 | 9.7 | 2.6 | 7.4 | 9.1 | 51.2 | 54.5 | 85.6 |
| | SNVAL | 2.4 | 0.031 | 2.4 | 0.112 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.597 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.740 |
| Lauraceae | SNVAL | 2.4 | 0.034 | 2.4 | 0.133 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.167 |
| Lytracae | SNVAL | 7.1 | 0.067 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.067 |
| Mimosaceae | SNVAL | 2.4 | 0.026 | 4.8 | 0.268 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.294 |
| Moraceae | SNVAL | 7.1 | 0.080 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.080 |
| Papilionaceae | SNVAL | 2.4 | 0.024 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.024 |
| Sapotaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.077 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.077 |
| Ulmaceae | SNVAL | 9.5 | 0.170 | 7.1 | 0.337 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 16.7 | 0.508 |
| Subtotal | | 33.3 | 0.432 | 19.0 | 0.928 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.597 | 0.0 | 0.000 | 54.8 | 1.957 |
| Porcentajes % | | 9.1 | 1.4 | 5.2 | 2.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.9 | 0.0 | 0.0 | 14.9 | 6.2 |
| Total | | 197.6 | 2.993 | 76.2 | 3.689 | 28.6 | 2.679 | 19.0 | 3.050 | 11.9 | 2.943 | 33.3 | 16.136 | 366.7 | 31.490 |
| Porcentajes % | | 53.9 | 9.5 | 20.8 | 11.7 | 7.8 | 8.5 | 5.2 | 9.7 | 3.2 | 9.3 | 9.1 | 0.0 | 100.0 | 100.0 |

Continuación ...

| | | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | Total | |
|-----------------|--------|-------------------------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|--------|----------|--------|
| Grupo | Cmr | 10-19.9 | | 20-29.9 | | 30-39.9 | | 40-49.9 | | 50-59.9 | | 60+ | | No. árb. | AB |
| | | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | | |
| Moraceae | DESEAB | 14.3 | 0.230 | 9.5 | 0.379 | 4.8 | 0.361 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 28.6 | 0.970 |
| Myristicaceae | DESEAB | 7.1 | 0.121 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.121 |
| Olacaceae | DESEAB | 2.4 | 0.020 | 2.4 | 0.160 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.180 |
| Papilionaceae | DESEAB | 11.9 | 0.201 | 9.5 | 0.423 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.566 | 0.0 | 0.000 | 23.8 | 1.190 |
| Sapotaceae | DESEAB | 11.9 | 0.199 | 2.4 | 0.147 | 2.4 | 0.285 | 2.4 | 0.325 | 2.4 | 0.468 | 2.4 | 1.419 | 23.8 | 2.841 |
| Solanaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.190 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.190 |
| Vochysiaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.852 | 2.4 | 0.852 |
| Subtotal | | 90.5 | 1.494 | 40.5 | 1.872 | 23.8 | 2.146 | 16.7 | 2.561 | 16.7 | 3.732 | 42.9 | 26.528 | 231.0 | 38.333 |
| Porcentajes % | | 25.0 | 3.4 | 11.2 | 4.2 | 6.6 | 4.9 | 4.6 | 5.8 | 4.6 | 8.4 | 11.8 | 60.0 | 63.8 | 86.7 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SNVAL | 2.4 | 0.021 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.021 |
| Annonaceae | SNVAL | 2.4 | 0.021 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.021 |
| Erythroxylaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.895 | 2.4 | 0.895 |
| Flacourtiaceae | SNVAL | 2.4 | 0.024 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.024 |
| Lauraceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.164 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.164 |
| Lytraceae | SNVAL | 2.4 | 0.033 | 2.4 | 0.095 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.129 |
| Meliaceae | SNVAL | 2.4 | 0.070 | 2.4 | 0.079 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.149 |
| Mimosaceae | SNVAL | 7.1 | 0.085 | 2.4 | 0.160 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.246 |
| Papilionaceae | SNVAL | 2.4 | 0.026 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.026 |
| Tiliaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.679 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.679 |
| Ulmaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.698 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.822 | 7.1 | 1.520 |
| Subtotal | | 21.4 | 0.279 | 9.5 | 0.499 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 1.377 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 1.717 | 45.2 | 3.872 |
| Porcentajes % | | 5.9 | 0.6 | 2.6 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | 2.6 | 3.1 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 3.9 | 12.5 | 8.8 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | 178.6 | 2.611 | 61.9 | 2.936 | 31.0 | 2.744 | 26.2 | 3.938 | 16.7 | 3.732 | 47.6 | 28.245 | 361.9 | 44.206 |
| Porcentajes % | | 49.3 | 5.9 | 17.1 | 6.6 | 8.6 | 6.2 | 7.2 | 8.9 | 4.6 | 8.4 | 13.2 | 3.9 | 100.0 | 100.0 |

Continuación ...

| Grupo Cmr | CLASES DIAMETRICAS (cm) | | | | | | | | | | | | Total | | |
|------------------|-------------------------|-------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|-----|-------------|------|-------------|-------|--------|
| | 10-19.9 | | 20-29.9 | | 30-39.9 | | 40-49.9 | | 50-59.9 | | 60+ | | No. árb. | AB | |
| | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | No. árb. | AB | | | |
| Burseraceae | DESEAB | 2.4 | 0.061 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.277 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 1.057 | 7.1 | 1.396 |
| Caesalpinaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.302 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 1.052 | 4.8 | 1.354 |
| Chrysobalanaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.127 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.127 |
| Humiriaceae | DESEAB | 2.4 | 0.033 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.033 |
| Lauraceae | DESEAB | 2.4 | 0.038 | 4.8 | 0.245 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 2.672 | 11.9 | 2.954 |
| Lecythidaceae | DESEAB | 7.1 | 0.182 | 11.9 | 0.545 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.555 | 0.0 | 0.000 | 21.4 | 1.283 |
| Maliaceae | DESEAB | 7.1 | 0.095 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.095 |
| Meliaceae | DESEAB | 11.9 | 0.170 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 11.9 | 0.170 |
| Mimosaceae | DESEAB | 11.9 | 0.233 | 2.4 | 0.079 | 14.3 | 1.407 | 4.8 | 0.708 | 2.4 | 0.531 | 4.8 | 2.080 | 40.5 | 5.037 |
| Moraceae | DESEAB | 11.9 | 0.206 | 2.4 | 0.105 | 2.4 | 0.245 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 16.7 | 0.556 |
| Myristicaceae | DESEAB | 4.8 | 0.085 | 2.4 | 0.149 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.234 |
| Olcaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.092 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.372 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.464 |
| Papilionaceae | DESEAB | 2.4 | 0.069 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.379 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.448 |
| Papilionaceae | DESEAB | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 2.283 | 2.4 | 2.283 |
| Rubiaceae | DESEAB | 2.4 | 0.028 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.028 |
| Sapotaceae | DESEAB | 4.8 | 0.059 | 4.8 | 0.178 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.236 |
| Solanaceae | DESEAB | 2.4 | 0.022 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.022 |
| Tiliaceae | DESEAB | 2.4 | 0.064 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.276 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.340 |
| Vochysiaceae | DESEAB | 4.8 | 0.059 | 2.4 | 0.155 | 2.4 | 0.209 | 2.4 | 0.438 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 11.9 | 0.861 |
| Subtotal | | 90.5 | 1.540 | 35.7 | 1.675 | 23.8 | 2.413 | 16.7 | 2.577 | 4.8 | 1.087 | 16.7 | 9.145 | 188.1 | 18.437 |
| Porcentajes % | | 29.0 | 7.1 | 11.5 | 7.7 | 7.6 | 11.0 | 5.3 | 11.8 | 1.5 | 5.0 | 5.3 | 41.9 | 60.3 | 84.4 |
| Bombacaceae | SNVAL | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.094 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.094 |
| Burseraceae | SNVAL | 4.8 | 0.093 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 4.8 | 0.093 |
| Mimosaceae | SNVAL | 2.4 | 0.032 | 4.8 | 0.188 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 7.1 | 0.220 |
| Myrsinaceae | SNVAL | 2.4 | 0.024 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.024 |
| Tiliaceae | SNVAL | 2.4 | 0.043 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 2.4 | 0.043 |
| Ulmaceae | SNVAL | 4.8 | 0.098 | 2.4 | 0.081 | 2.4 | 0.200 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 9.5 | 0.379 |
| Subtotal | | 16.7 | 0.289 | 9.5 | 0.363 | 2.4 | 0.200 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 0.0 | 0.000 | 28.6 | 0.852 |
| Porcentajes % | | 5.3 | 1.3 | 3.1 | 1.7 | 0.8 | 0.9 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 9.2 | 3.9 |
| Total | | 173.8 | 2.921 | 69.0 | 3.017 | 31.0 | 3.096 | 16.7 | 2.577 | 4.8 | 1.087 | 16.7 | 9.145 | 311.0 | 21.844 |
| Porcentajes % | | 55.7 | 13.4 | 22.1 | 13.8 | 9.9 | 14.2 | 5.3 | 11.8 | 1.5 | 5.0 | 5.3 | 0.0 | 100.0 | 100.0 |

PROYECTO RENARM/PBN-CATIE. CODIGOS PARA FORMULARIO 1: BOSQUES NATURALES. 11/enero/93

| 1. NIVEL DE ESTUDIO | | NO. CODIGO | | 2. DESEABLE SOBRESALIENTE | | NO. CODIGO | | 3. ILUMINACION DE COPA | | NO. CODIGO | | 7. TREPADORAS LEÑOSAS | | CODIGO | | | |
|--|--|------------|--|---------------------------|------|------------|------|------------------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------|--------|--|
| 10 x 10 m Arboles | | 1 | | Arbol 10-49 cm dap | | 1 | | Emergente | | 1 | | A. Ninguno visible en el fuste: | | | | | |
| 5 x 5 m Latizales | | 2 | | Latizal 5-9 cm dap | | 2 | | Plena vertical | | 2 | | a) No visibles en copa | | 1 | | | |
| 2 x 2 m Brinzales | | 3 | | Brinzal -4 cm dap | | 3 | | Vertical parcial | | 3 | | b) exist. en copa | | 2 | | | |
| 1 x 1 m Plantulas | | 4 | | Parc. no contiene | | 9 | | Plena lateral | | 4 | | c) cubr. 50+% copa | | 3 | | | |
| | | | | | | | | Illum. oblicua | | 5 | | B. Suelos en el fuste: | | | | | |
| | | | | | | | | Nada directa | | 6 | | a) No visibles en copa | | 4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | b) exist. en copa | | 5 | | | |
| | | | | | | | | | | | | c) cubr. 50+% copa | | 6 | | | |
| | | | | | | | | | | | | C. Apretando el fuste: | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | a) No visibles en copa | | 7 | | | |
| | | | | | | | | | | | | b) exist. en copa | | 8 | | | |
| | | | | | | | | | | | | c) cubr. 50+% copa | | 9 | | | |
| 4. CLASE DE IDENTIDAD | | | | Fuste | | Tocon | | No Encon | | 5. CL. CALIDAD DE FUSTE | | NO. CODIGO | | 7. TRMTO. SILVICULTURAL | | CODIGO | |
| | | | | Comp | Queb | Queb | Cort | trado | Comerc. actualmente | | 1 | | 1. A LIBERAR: (SEGUN LISTA) | | (AZUL) | | |
| | | | | leto | rado | rado | ado | | Comerc. futuro | | 2 | | Arbol seleccionado p. liberar. | | 11 | | |
| ARBOLES: (10+cm dapcc) Subparcelas 10x10 m | | | | | | | | | "2" encima de "6" | | 3 | | 2. A ELIMINAR | | (ROJO) | | |
| Arb. Vivo en pie | | | | 111 | 112 | 113 | 114 | 119 | Deformado | | 4 | | Arbol designado a eliminar | | 21 | | |
| Arb. Vivo inclin. -29gr . | | | | 121 | 122 | | | 129 | Dañada | | 5 | | 3. NUEVOS RECLUTAS | | 80 | | |
| Arb. Vivo inclin. 30+gr . | | | | 131 | 132 | | | 139 | Podrido | | 6 | | 9. NO ABARCADOS P. EL TRMTO: | | (SIN CINTA) | | |
| Fuste curvado(media luna) | | | | 141 | 142 | | | 149 | | | | | Arbol fuera del alcance | | 99 | | |
| Arb. Vivo caído | | | | 151 | 152 | 153 | | 159 | 6. FORMA DE COPA | | CODIGO | | | | | | |
| Arb. muerto en pie | | | | 161 | 162 | 163 | 164 | 169 | Circ. completo | | 1 | | | | | | |
| Arb. muerto caído | | | | 171 | 172 | 173 | | 179 | Circ. irregular | | 2 | | | | | | |
| REBROTOS: (10+cm dapcc) | | | | | | | | | Medio circulo | | 3 | | | | | | |
| Reb. Vivo en pie | | | | 211 | 212 | 213 | 214 | 219 | Menos que 1/2 circ. | | 4 | | | | | | |
| Reb. Vivo inclin. -29gr . | | | | 221 | 222 | | | 229 | Pocas ramas | | 5 | | | | | | |
| Reb. Vivo inclin. 30+gr . | | | | 231 | 232 | | | 239 | Princip. rebrotes | | 6 | | | | | | |
| Reb. Vivo caído | | | | 241 | 242 | 243 | | 249 | Vivo sin copa | | 7 | | | | | | |
| Reb. muerto en pie | | | | 251 | 252 | 253 | 254 | 259 | | | | | | | | | |
| Reb. muerto caído | | | | 261 | 262 | 263 | | 269 | | | | | | | | | |
| FUSTE: altura total mayor que 4 metros | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TOCON: altura total menor que 4 metros | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PALMAS: (altura hasta el punto final del fuste leñoso) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2+m a.t. vivo en pie | | | | 511 | 512 | 513 | 514 | 519 | | | | | | | | | |
| 2+m a.t. vivo caído | | | | 521 | 522 | 523 | - | 529 | | | | | | | | | |
| 2+m a.t. muerto | | | | 531 | 532 | 533 | 534 | 539 | | | | | | | | | |
| 0.30-1.99m. vivo e.p. | | | | 551 | 552 | 553 | 554 | - | | | | | | | | | |
| 0.30-1.99m. vivo caído | | | | 561 | 562 | 563 | - | - | | | | | | | | | |

