

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA (CATIE)**

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

**ELEMENTOS TÉCNICOS PARA EL MANEJO FORESTAL
DIVERSIFICADO DE BOSQUES NATURALES TROPICALES EN
SAN MIGUEL, PETEN, GUATEMALA**

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

JOSE JUVENTINO GALVEZ RUANO

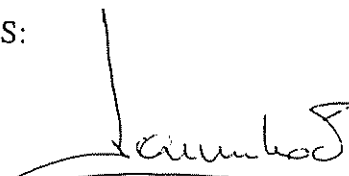
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica

1996

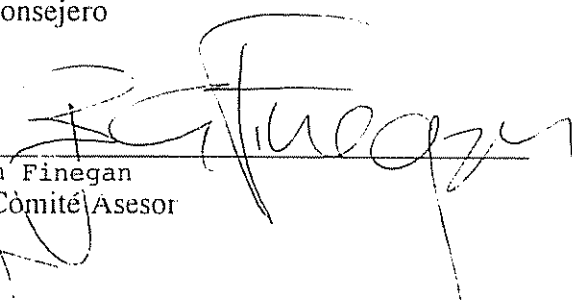
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

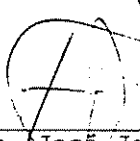
FIRMANTES:




Dr. Daniel Marmillod
Profesor Consejero




Dr. Bryan Finegan
Miembro Comité Asesor



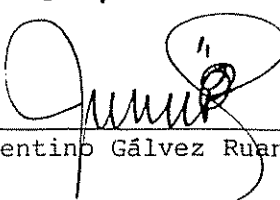
Dr. José Joaquín Campos
Miembro Comité Asesor



Dr. Juan Antonio Aguirre
Jefe, Area de Postgrado



Dr. Pedro Ferreira
Director, Programa de Enseñanza



José Juventino Gálvez Ruano
Candidato

Parte de la información utilizada en este trabajo ha sido generada años atrás a través de diferentes investigaciones conducidas por el Proyecto CATIE-Olafo. En distintas etapas de estas investigaciones han participado las siguientes personas: Daniel Marmillod, Ian Hutchinson, Rafael Ocampo, Rafael Ceballos, Mario Chinchilla, Guillermo Detlefsen, Hector Monroy, Reginaldo Reyes, Tereso Ventura, Gabriel Robles, Edy Girón, Francisco Pacheco, Scott Stanley, Carlos Miss, Gustavo Pinelo, Carlos Gómez y otros.

A LA MEMORIA DE MI PADRE

José Gilberto Gálvez Elías

A Díos

A mi querida madre

Martha Dilia Ruano de Gálvez

A mis hermanos

Araminta, Enma, Ruth, Luis, Gilberto

A sus hijos y esposos.

A Magaly, mi esposa, por su paciencia, comprensión y estímulo.

A Maytí y Fernando, mis queridos hijos.

A mi familia en general.

A las familias Soto Mazariegos y Jiménez Soto.

AGRADECIMIENTOS

Al M.Sc. Alejandro Imbach, quien estimuló e hizo posible mi ingreso al Programa de Maestría del CATIE. Por su amistad y ayuda constante.

Al Dr. Daniel Marmillod, profesor consejero, quien dirigió este trabajo y de quien he recibido apoyo incondicional e invaluable enseñanzas.

Al Dr. Bryan Finegan, miembro del comité asesor, por su aporte como docente y por las acertadas sugerencias durante la formulación y conclusión de este trabajo.

Al Dr. José Joaquín Campos, miembro del comité asesor, por sus múltiples consejos y críticas constructivas durante el desarrollo del trabajo.

Al Proyecto CATIE-Olafo por haberme otorgado la beca de estudios y por el patrocinio adicional necesario para la conclusión del trabajo. Agradecimiento a todo el personal técnico y administrativo de la sede.

Al personal del Proyecto Olafo de Petén por todo el apoyo brindado en la ejecución de los trabajos de campo; especialmente al Coordinador del área M.Sc. Guillermo Detlefsen por garantizar todos los requerimientos logísticos.

A la comunidad de San Miguel por permitirme trabajar con ellos.

Al Sr. Tereso Ventura, cuyo apoyo fue decisivo para la culminación exitosa de todo el trabajo de campo que implicó este estudio.

A la Dra. Tania Ammour, por coordinar el apoyo logístico en diferentes etapas del proceso.

A José Oduver Rivera y Familia por su sincera amistad y apoyo durante nuestra estadía en Turrialba.

A Jonhny Pérez por su disponibilidad y apoyo en el análisis de datos.

Al Sr. Hugo Brenes, programador del CATIE, por el tiempo dedicado en la preparación de programas para el procesamiento de datos de vegetación. Por su amistad.

Al Dr. Manuel Guariguata, por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

A mi amigo Ing. Carlos Hernández y familia por sus múltiples atenciones. Hago extensivo el agradecimiento a ARMSA y a sus directores Dr. Cesar Barrientos y M.Sc. Ana Victoria Rodríguez por todo el apoyo logístico brindado.

A Vinicio Montero, Mario Rodríguez, Jose Hernández, Byron Millian; por su colaboración durante mi estancia en Petén.

A mis amigos cercanos y compañeros del Programa de Maestría y al personal docente del Programa de Recursos Naturales del CATIE.

CONTENIDO

	pag
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
3. REVISION BIBLIOGRAFICA	4
3.1 El manejo diversificado de los recursos forestales	4
3.2 Estructura y composición de los bosques húmedos tropicales	7
3.3 Dinámica y procesos de regeneración en bosques tropicales	9
3.4 Gremios ecológicos: reclutamiento y crecimiento	9
3.5 Impacto de los aprovechamientos madereros sobre el bosque remanente	11
3.6 El crecimiento de especies forestales y los factores que determinan su magnitud	13
3.7 Breve descripción del bayal [<i>Desmoncus</i> spp]	15
3.8 Breve descripción del xate [<i>Chamaedorea</i> spp]	16
4. METODOLOGIA	18
4.1 INTEGRACION DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS	18
4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL SITIO DE TRABAJO	20
4.3 ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS EJECUTADOS EN LA UNIDAD EXPERIMENTAL YARCHE-1	23
4.4 UNIDADES DE MEDICION INSTALADAS EN YARCHE-1	25

	pag
4.5 DESCRIPCION SINTETICA DEL APROVECHAMIENTO MADERERO	29
4.6 AGRUPACION DE ESPECIES CON FINES DE MANEJO	29
4.7 CARACTERIZACION GENERAL DE TIPOS DE BOSQUE	31
4.8 CARACTERIZACION DE LA VEGETACION ARBOREA DEL SITIO DE ESTUDIO	33
4.9 SITUACION DE LA VEGETACION DESPUES DEL APROVECHAMIENTO MADERERO	33
4.10 ESTIMACION DEL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO MADERERO	35
4.10.1 Impacto en superficie	35
4.10.2 Impacto en individuos arbóreos	36
4.10.3 Impacto en latizales de individuos arbóreos	36
4.11 EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL	36
4.11.1 Evaluación de la abundancia de latizales y brinzales	36
4.11.2 Evaluación de regeneración natural en micrositios perturbados por el aprovechamiento	37
4.12 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO ARBOREO	39
4.13 EVALUACIONES EN BAYAL [<i>Desmoncus</i> spp]	42
4.13.1 Caracterización de la población	42
4.13.2 Estudios de crecimiento	43
4.14 EVALUACIONES EN XATE [<i>Chamaedorea elegans</i>] Y EN JADE [<i>Chamaedorea oblongata</i>]	46
4.14.1 Caracterización de la población	46
4.14.2 Estudio de crecimiento	47
5. RESULTADOS Y DISCUSION	50
5.1 UBICACION DE YARCHE-1 EN RELACION A LAS COMUNIDADES BOSCOSAS DE LA ZONA	50
5.2 CARACTERIZACION DE LA VEGETACION ARBOREA DE YARCHE-1	52
5.2.1 Tipos de bosque	52
5.2.2 Especies arbóreas maderables y no maderables	56
5.2.2.1 Estructura y composición del bosque	56

	pag
5.2.2.2	Situación de los grupos de manejo 62
5.2.2.3	Situación de gremios ecológicos 63
5.2.2.4	Confiabilidad de las estimaciones 64
5.2.2.5	Discusión 65
5.3	SITUACION DE LA VEGETACION DESPUES DEL APROVECHAMIENTO
	MADERERO 67
5.3.1	Estructura del bosque 67
5.4	ESTIMACION DEL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO EN LA
	VEGETACION 70
5.4.1	Impacto global en la superficie boscosa 70
5.4.2	Discusión 72
5.4.3	Impacto en individuos arbóreos 72
5.4.3.1	Daños no debidos al aprovechamiento 72
5.4.3.2	Impacto del aprovechamiento 74
5.4.4	Impacto a nivel de parcelas permanentes 77
5.4.5	Discusión 77
5.5	REGENERACION NATURAL 79
5.5.1	Abundancia de latizales en el bosque remanente 79
5.5.2	Situación de brinzales: pre- y post- aprovechamiento maderero 81
5.5.3	Regeneración natural en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento 83
5.5.4	Discusión 89
5.6	CRECIMIENTO DE ESPECIES ARBOREAS 90
5.6.1	Reclutamiento y mortalidad natural 90
5.6.2	Crecimiento diamétrico y en área basal para todas las especies 91
5.6.3	Relación de los incrementos con factores intrínsecos y ambientales 93
5.6.4	Especies que comparten similares distribuciones de incrementos 95
5.6.5	Discusión 97
5.7	EVALUACIONES EN BAYAL [<i>Desmoncus</i> spp] 97
5.7.1	Caracterización de la población 97
5.7.1.1	Distribución espacial 97
5.7.1.2	Influencia de factores microambientales en la abundancia y distribución 98

	pag	
5.7.1.3	Caracterización de los estados de desarrollo	99
5.7.1.4	Distribución del número de plantas por clases de desarrollo	102
5.7.2	Impacto del aprovechamiento maderero	104
5.7.2.1	Impacto en la abundancia	104
5.7.2.2	Impacto en la distribución espacial	108
5.7.3	Estudio de crecimiento en <i>Desmoncus</i> spp	108
5.7.3.1	Los estados de desarrollo en el tiempo	108
5.7.3.2	Crecimiento longitudinal de los tallos	111
5.8	EVALUACIONES EN XATE [<i>Chamaedorea elegans</i>] Y EN JADE [<i>Chamaedorea oblongata</i>]	113
5.8.1	Caracterización de la población	113
5.8.1.1	Distribución espacial	113
5.8.1.2	Influencia de factores microambientales en la abundancia y distribución	113
5.8.1.3	Características descriptivas de las poblaciones	115
5.8.2	Impacto del aprovechamiento maderero	124
5.8.2.1	Impacto en la abundancia	124
5.8.2.2	Impacto en la distribución espacial	126
5.8.3.	Estudio de crecimiento en <i>Chamaedorea</i> spp	127
5.8.3.1	Estructura foliar de la muestra	127
5.8.3.2	Análisis del crecimiento foliar	129
5.8.3.3	Correlación con factores intrínsecos y ambientales	130
5.8.3.4	Identificación de grupos	134
6.	CONCLUSIONES	138
7.	BIBLIOGRAFIA	140
8.	ANEXOS	149

LISTADO DE FIGURAS

		pag
Figura 1.	Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado.	19
Figura 2.	Ubicación de la zona de estudio en el contexto local y regional. . .	21
Figura 3.	Climadiagrama de referencia de la zona [Década 1980].	23
Figura 4.	Ubicación de 21 parcelas permanentes de control.. . . .	26
Figura 5.	Detalle de las unidades de medición instaladas en Yarché-1.. . . .	27
Figura 6.	Dendrograma de la vegetación arbórea de tres paisajes fisiográficos de la zona	51
Figura 7.	Dendrograma de la vegetación arbórea de Yarché-1	53
Figura 8.	Curvas área-especies para conjuntos de individuos con límite diamétrico inferior creciente	56
Figura 9.	Distribución porcentual del índice de valor de importancia en relación al número total de especies.	57
Figura 10.	Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea de la vegetación arbórea de Yarché-1.	59
Figura 11.	Distribución por clase diamétrica del área basal por hectárea de la vegetación arbórea de Yarché-1.	59
Figura 12.	Distribución porcentual de la abundancia [N=arb/ha] de las especies en los diferentes grupos de manejo [dap \geq 10 cm].	62
Figura 13.	Distribución porcentual del área basal [G = m ² /ha] de las especies en los diferentes grupos de manejo [dap \geq 10 cm].	63
Figura 14.	Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero	69
Figura 15.	Distribución por clase diamétrica del área basal por hectárea en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.	69
Figura 16.	Distribución espacial del impacto del aprovechamiento maderero en las 42.5 ha de Yarché-1	71
Figura 17.	Distribución porcentual del número de árboles/ha de acuerdo a diferentes causas e intensidades de impactos del aprovechamiento maderero.	76
Figura 18.	Distribución porcentual del área basal/ha de acuerdo a diferentes intensidades de impacto y grupos de manejo.	76
Figura 19.	Abundancia porcentual de latizales por grupo de manejo.	81
Figura 20.	Abundancia porcentual de la regeneración natural de brinzales de diferentes grupos de manejo, en sitios perturbados por el aprovechamiento maderero.	86
Figura 21.	Distribución por clases de altura de los brinzales establecidos en micrositos de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero.	87

	pag	
Figura 22.	Distribución de frecuencias de los brinzales establecidos en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero.	88
Figura 23.	Grupos de árboles diferenciados por incrementos máximos e incrementos medianos.	96
Figura 24.	Estructura promedio de las plantas de <i>Desmoncus</i> spp clasificadas en distintos estados de desarrollo.	102
Figura 25.	Estructura por clases de desarrollo de <i>Desmoncus</i> spp.	103
Figura 26.	Estructura demográfica [n=plantas/ha] de <i>Desmoncus</i> spp en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.	106
Figura 27.	Abundancia [n = plantas/ha] por clase de altura de <i>C. Oblongata</i> en dos momentos de medición.	117
Figura 28.	Abundancia [n=plantas/ha] por clase de altura de <i>C. Elegans</i> en dos momentos de medición.	117
Figura 29.	Estructura productiva de <i>C. oblongata</i> en dos momentos de medición.	119
Figura 30.	Estructura productiva de <i>C. elegans</i> en dos momentos de medición.	119
Figura 31.	Dinámica foliar en función de diferentes clases de iluminación relativa en <i>C. oblongata</i>	132
Figura 32.	Dinámica foliar en función de diferentes clases de iluminación relativa en <i>C. elegans</i>	132
Figura 33.	Relación entre el número de plantas de <i>Chamaedorea</i> spp. que inician una nueva hoja y distribución de las lluvias.	134
Figura 34.	Grupos de plantas de <i>C. oblongata</i> diferenciados por estructura foliar inicial-tiempo de formación de hoja y período de reposo. . .	135
Figura 35.	Grupos de plantas de <i>C. elegans</i> diferenciados por tiempo de formación de hoja y período de reposo.	137

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1.	Coordenadas geográficas de la Unidad de Manejo San Miguel . . .	20
Cuadro 2.	Principales actividades de manejo ejecutadas y en proceso de ejecución en Yarché-1.	24
Cuadro 3.	Disposición de 21 parcelas permanentes de control en relación al aprovechamiento maderero ejecutado en Yarché-1.	25
Cuadro 4.	Detalle de las unidades de medición para las especies evaluadas en la unidad experimental Yarché-1.	28
Cuadro 5.	Resumen del aprovechamiento maderero ejecutado en Yarché-1. .	30
Cuadro 6.	Variables evaluadas durante la instalación de 21 PPC de Yarché-1 e información obtenida en este estudio.	34

	pag
Cuadro 7. Información previa y posterior utilizada para la evaluación del impacto del aprovechamiento en individuos arbóreos	37
Cuadro 8. Distribución de unidades de medición y variables evaluadas en individuos de regeneración en diferentes ambientes perturbados. .	38
Cuadro 9. Variables evaluadas en parcelas permanentes de control para estudios de crecimiento diamétrico y en área basal.	41
Cuadro 10. Variables disponibles pre-aprovechamiento, evaluadas en este estudio y procesamiento realizado en <i>Desmoncus</i> spp.	44
Cuadro 11. Información sobre el dispositivo experimental de <i>Desmoncus</i> spp instalado en Yarché-1 con fines de evaluar crecimiento.	45
Cuadro 12. Variables disponibles pre-aprovechamiento, evaluadas en este estudio y procesamiento realizado en <i>Chamaedorea</i> spp.	47
Cuadro 13. Información sobre el dispositivo experimental de <i>Chamaedorea</i> spp instalado en Yarché-1 con fines de evaluar crecimiento.	48
Cuadro 14. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma A	55
Cuadro 15. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma B.	55
Cuadro 16. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma C.	55
Cuadro 17. Distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea de la vegetación arbórea de Yarché-1.	60
Cuadro 18. Distribución porcentual del número de árboles [≥ 10 cm de dap] por grupo de manejo y gremio ecológico	63
Cuadro 19. Distribución porcentual del número de latizales por grupo de manejo y gremio ecológico.	64
Cuadro 20. Estadísticas básicas para las variables abundancia y dominancia del conjunto de árboles con dap ≥ 10 cm de Yarché-1.	65
Cuadro 21. Árboles iniciales, eliminados y remanentes postaprovechamiento maderero	68
Cuadro 22. Área basal inicial, eliminada y remanente postaprovechamiento maderero	68
Cuadro 23. Superficie afectada en distintas actividades del aprovechamiento forestal.	70
Cuadro 24. Especificaciones sobre los ambientes de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero.	70
Cuadro 25. Caracterización de daños no debidos al aprovechamiento	73
Cuadro 26. Abundancia en relación a distintas causas e intensidad de daños naturales.	73
Cuadro 27. Distribución del impacto del aprovechamiento en árboles remanentes considerando grupos de manejo y clases diamétricas.	74

	pag
Cuadro 28. Distribución del impacto del aprovechamiento en árboles remanentes considerando grupos de manejo y clases diamétricas	74
Cuadro 29. Causa e intensidad de los daños del aprovechamiento.	75
Cuadro 30. Análisis de las superficie alterada en cada una de las PPC	78
Cuadro 31. Abundancia [n = individuos/ha] por clase de iluminación de latizales en situación post-aprovechamiento maderero.	80
Cuadro 32. Abundancia [n = individuos/ha] de brinzales por grupo de manejo en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.	82
Cuadro 33. Abundancia [n = brinzales/ha] por clase de iluminación de brinzales en micrositios de perturbación post-aprovechamiento maderero	84
Cuadro 34. Abundancia porcentual de brinzales por gremio ecológico y grupo de manejo en diferentes ambientes de perturbación.	85
Cuadro 35. Mortalidad natural anual por clase diamétrica y grupos de manejo.	90
Cuadro 36. Incremento medio anual [ima] y mediano anual [imeda] en diámetro y área basal global para los bosques de Yarché-1.	92
Cuadro 37. Incremento medio anual [ima] y mediano anual [imeda] en diámetro y área basal para el conjunto de individuos heliófitos.	92
Cuadro 38. Incremento medio [ima] y mediano [imeda] anual en diámetro y área basal para el conjunto de individuos esciófitos	93
Cuadro 39. Incrementos diamétricos medios anuales [ima] y medianos anuales [imeda] de individuos diferenciados por forma de copa en dos gremios ecológicos.	94
Cuadro 40. Incrementos diamétricos medios anuales [ima] y medianos anuales [imeda] de individuos diferenciados por iluminación de copa en dos gremios ecológicos.	94
Cuadro 41. Resumen de las características de los grupos formados por incrementos mostrados en cuatro cuartiles estadísticos.	96
Cuadro 42. Coeficientes de correlación entre la abundancia de diferentes subpoblaciones de <i>Desmoncus</i> spp y variables de sitio.	99
Cuadro 43. Parámetros descriptivos para variables de abundancia y rendimiento por estados de desarrollo de <i>Desmoncus</i> spp.	104
Cuadro 44. Estructura por clases de desarrollo de <i>Desmoncus</i> spp en situaciones previa y posterior al aprovechamiento maderero.	105
Cuadro 45. Estructura por clases de desarrollo de la población de <i>Desmoncus</i> spp en sitios sin perturbación directa post-aprovechamiento.	106
Cuadro 46. Estructura por clases de desarrollo de la población de <i>Desmoncus</i> spp en sitios estrictamente perturbados por el aprovechamiento.	107
Cuadro 47. Dinámica de estados de desarrollo en <i>Desmoncus</i> spp.	109
Cuadro 48. Cambio en los estados de desarrollo de <i>Desmoncus</i> spp.	109

	pag
Cuadro 49. Resumen de variables ligadas a la condición estructural de plantas de <i>Desmoncus</i> spp en diferentes estados de desarrollo.	110
Cuadro 50. Resumen de variables ligadas a la condición estructural de plantas de <i>Desmoncus</i> spp en diferentes condiciones de iluminación.	110
Cuadro 51. Asociación entre variables intrínsecas y ambientales en <i>Desmoncus</i> spp.	111
Cuadro 52. Crecimiento longitudinal de los tallos de <i>Desmoncus</i> spp en función del tamaño y la iluminación iniciales.	112
Cuadro 53. Crecimiento longitudinal de los tallos de <i>Desmoncus</i> spp en función de clases de tamaño.	112
Cuadro 54. Asociación entre clases de tamaño-condición de iluminación de tallos y tasas de crecimiento mensual	113
Cuadro 55. Coeficientes de correlación entre la abundancia de <i>C elegans</i> y variables de sitio.	114
Cuadro 56. Estadísticas descriptivas para variables de abundancia y producción foliar en <i>Chamaedorea</i> spp.	116
Cuadro 57. Estructura productiva de <i>Chamaedorea</i> spp en dos momentos de medición.	120
Cuadro 58. Estructura foliar de <i>C. oblongata</i> en dos momentos de medición.	122
Cuadro 59. Estructura foliar de <i>C. elegans</i> en dos momentos de medición.	123
Cuadro 60. Abundancia de <i>Chamaedorea</i> spp en situaciones previa y posterior al aprovechamiento maderero.	125
Cuadro 61. Abundancia de <i>Chamaedorea</i> spp en sitios sin perturbación del aprovechamiento maderero.	125
Cuadro 62. Valores del parámetro de aglomeración K para <i>Chamaedorea</i> spp en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.	127
Cuadro 63. Análisis de la estructura, producción, mortalidad y cosecha foliar de <i>C. oblongata</i>	128
Cuadro 64. Análisis de la estructura, producción, mortalidad y cosecha foliar de evaluación de <i>C. elegans</i>	128
Cuadro 65. Parámetros estadísticos para variables de dinámica foliar en <i>Chamaedorea</i> spp.	129
Cuadro 66. Dinámica foliar de <i>Chamaedorea</i> spp en diferentes condiciones relativas de iluminación.	131
Cuadro 67. Correlación entre la iluminación recibida y variables de dinámica foliar en <i>C. oblongata</i>	133
Cuadro 68. Correlación entre la iluminación recibida, hojas iniciales y variables de dinámica foliar en <i>C. elegans</i>	133
Cuadro 69. Resumen de las características de los grupos formados por variables intrínsecas y ambientales en <i>C. oblongata</i>	136
Cuadro 70. Resumen de las características de los grupos formados por variables intrínsecas y ambientales en <i>C. elegans</i>	137

GALVEZ RUANO, J.J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado en bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 163 p.

Palabras claves: Bosque tropical, Petén, Guatemala, manejo forestal, manejo diversificado, comunidades boscosas, aprovechamiento forestal, impacto ambiental, crecimiento arbóreo, regeneración natural, productos no maderables, *Chamaedorea* spp., *Desmoncus* spp., ecología aplicada.

RESUMEN

El objetivo central del presente estudio fue generar información ecológica aplicada de las principales especies maderables y no maderables presentes en los ecosistemas boscosos de El Petén, Guatemala e identificar posibilidades de manejo diversificado.

Utilizando un sistema de parcelas permanentes de muestreo de tamaño variable según la finalidad y las especies bajo estudio, se realizaron evaluaciones ligadas a los siguientes aspectos: identificación de tipos de bosque; caracterización dasométrica de los mismos; evaluación del impacto del aprovechamiento maderero en superficie, en individuos remanentes arbóreos y en la abundancia y distribución espacial de especies no maderables; crecimiento diamétrico arbóreo; crecimiento y dinámica de rebrotación en *Desmoncus* spp. y producción foliar de *Chamaedorea* spp. en presencia de perturbaciones, así como la influencia de variables de micrositio en su abundancia.

Yarché-1, el sitio de estudio, sustenta un solo tipo de bosque, pues la similitud florística entre diferentes unidades de levantamiento, expresada como coeficiente de correlación, tiene un valor mínimo de 0.6. Encima de un límite diamétrico inferior de 10 cm, este tipo de bosque tiene 565 árboles ha⁻¹ y 26.5 m²ha⁻¹ de área basal. Existe una marcada dominancia de especies no comerciales y la abundancia de árboles de futura cosecha solamente asciende a 55 árboles ha⁻¹, 66% de los cuales pertenecen a la clase 10-19.9 cm.

El aprovechamiento maderero impactó 8.2% del área total de Yarché-1. El 61% corresponde a los claros de tumba. Considerando distintas intensidades de impacto, inclusive la cosecha, el aprovechamiento afectó un total de 35.2 árboles ha⁻¹ [6.3% del total] y 2.5 m² ha⁻¹ [9.5% del total]. Excluyendo la cosecha fueron afectados un total de 32.7 árboles ha⁻¹ [6%] y 1.32 m² ha⁻¹ de área basal [5%].

La abundancia de latizales de primarias maderables [PM] es de 0.4% respecto del total, la de las primarias no maderables [PnoM] de 2.6% y la de las secundarias con uso [SconU] de 10.5%. Utilizando como referencia los niveles de ocupación de Dawkins [1958] [75-200 latizales ha⁻¹] para los individuos de regeneración, tanto los latizales de interés maderable como los de interés no maderable tienen una abundancia

limitada. En un mosaico de microsítios con diferentes grados de perturbación, la abundancia de brinzales de las PM baja a 0.1%, la de las PnoM a 2.2% y la de las SconU a 5.7%.

Arboles con $dap \geq 10$ cm tienen una tasa de mortalidad natural anual de 2.2%. En términos absolutos el 60% de los árboles que presentaron mortalidad tienen un dap no mayor de 20 cm. Sin embargo, la probabilidad de muerte por clase diamétrica varía de 1.7% para la clase 20-29.9 cm hasta 3% para la clase de 30-39.9.

Los incrementos diamétricos medianos para este bosque sin intervenciones silviculturales, varían entre clase diamétrica [1.9 a 2.9 mm anuales]. La forma de copa tiene una correlación hasta de 49% con los incrementos y la iluminación hasta de un 26%. Análisis de agrupamiento con base en clases de incremento diamétrico resultan en la diferenciación de tres grupos [crecimiento lento, mediano y relativamente alto], cada uno integrado por especies independientemente del gremio ecológico al que han sido asignadas.

Desmoncus spp. tiene una distribución espacial en agregados y presenta variaciones de abundancia en función de microsítios. En las condiciones ambientales medias del área tiene una abundancia de 0-4 plantas por 100 m². La distribución de plantas por clase de desarrollo de *Desmoncus* spp. resulta en un 63% de individuos de regeneración y solamente un 21% de plantas susceptibles de cosecha. El análisis de la abundancia antes y después del aprovechamiento maderero [dos mediciones separadas por 1.6 años] muestra que la población tiende a reducirse naturalmente. Su capacidad para reproducirse a través de rizomas y las mejores condiciones de iluminación en sitios perturbados fueron factores importantes en la recuperación de la población después del aprovechamiento maderero.

Chamaedorea spp. también se distribuye espacialmente en agregados. En las condiciones medias de Yarché-1, *C. elegans* tiene abundancias de 0.2 plantas por 25 m²; mientras que *C. oblongata* cuenta con 10-17 plantas por 25 m². La abundancia de *Chamaedorea* spp y la disponibilidad de follaje cosechable presentan disminución significativa después del aprovechamiento maderero [dos mediciones separadas por 1.3 años], lo cual es atribuible a dos posibles factores: la sobrecosecha del follaje y la escasa capacidad reproductiva de la especie. Las aperturas del dosel, aún siendo tan grandes como las de un claro de tumba, favorecen el crecimiento foliar de *Chamaedorea* spp. como resultado de una reducción en los períodos de formación de hoja y de reposo, previo a la formación de la siguiente. Por lo tanto una meta encaminada a manejar especies maderables conjuntamente con esta especie parece biológicamente factible.

Los resultados obtenidos alientan la conceptualización de sistemas de manejo conjunto de especies maderables y no maderables; sin embargo, la escasez de las maderables de interés actual aboga por una mayor intensidad de intervenciones silviculturales y por la apertura de mercados a nuevas especies.

GALVEZ RUANO, J.J. 1996. Technical elements for diversified forest management in natural tropical forests in San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 163 p.

Key words: Tropical forest, Petén, Guatemala, forest management, diversified management, forest communities, wood extraction, environmental impact, tree growth, natural regeneration, non-wood products, *Chamaedorea* spp., *Desmoncus* spp., applied ecology.

SUMMARY

The main objective of this study was to generate applied ecological information about the principal wood-bearing and non-wood-bearing species in forest ecosystems in Petén, Guatemala and identify possibilities for diversified management.

Using a system of permanent sampling plots of variable size according to research needs and studied species, evaluations of the following aspects were conducted: identification of forest types and their dasonometric characterization; the impact of timber harvesting in opening the forest [e.g. roads, felling gaps, ...], on individual trees left in the forest and on the abundance and spatial distribution of non-wood producing species; diametric growth; growth and regrowth dynamics of *Desmoncus* spp. and leaf production of *Chamaedorea* spp. in microsites with different disturbance intensities, as well as the influence of microsite factors on abundance.

Yarché-1, the study site, has only one type of forest, since the floristic similitude among different sampling units, expressed as a correlation coefficient, has a minimum value of 0.6. Above 10 cm dbh, this type of forest contains 565 trees ha⁻¹ and 26.5 m² ha⁻¹ basal area. There is a marked dominance of species which are not commercially valuable, and the number of trees for future harvests reaches only 55 trees ha⁻¹, 66% of which belong to class 10-19.9 cm.

Timber harvesting caused an impact on 8.2% of the total area of Yarché-1. Sixty-one percent corresponds to clearings. Considering different impact intensities, including harvest, extraction affected a total of 35.2 trees ha⁻¹ [6.3% of the total] and 2.5 m² ha⁻¹ [9.5% of the total]. When the harvest was excluded from the count, a total of 32.7 trees ha⁻¹ [6%] and 1.32 m² ha⁻¹ of the basal area [5%] were affected.

The number of saplings of the primary wood-bearing species [PW] is 0.4% in respect to the total, of primary non-wood-bearing [PnoW] 2.6% and of the secondary usable species [SwithU] 10.5%. Using the Dawkins occupation levels [1958] [75-200 saplings ha⁻¹] as a reference for desirable regeneration, both wood-bearing and non-wood-bearing saplings are limited in quantity. In an overview of microsites with different disturbance levels, the number of seedlings of the PW decreases to 0.1%, of the PnoW to 2.2% and of the SwithU to 5.7%.

Trees with dbh \geq 10 cm have a natural mortality rate of 2.2% annually. In absolute terms, 60% of the trees which showed mortality have a dbh no greater than 20cm. Nevertheless, the probability of mortality per diametric class varies from 1.7% for class 20-20.9 cm to 3% for 30-39.9 cm class.

Mean diametric increments for this forest without silvicultural interventions vary among diametric classes [1.9 to 2.9 mm annually]. Increments have a correlation up to 49% with crown form and up to 26% with light. Multivariate analyses based on diametric increment classes show a differentiation in three groups [slow, medium and relative fast growth], and each one is composed of species independent of the ecological group to which they have been assigned.

Desmoncus spp. is spatially distributed in patches and varies in abundance according to microsites. In the average environmental conditions of the area, there is an abundance of 0-4 plants per 100 m². Sixty three percent of *Desmoncus* spp. population are sprouts, and only 21% are harvestable plants. An analysis of the abundance before and after timber harvesting [two measurements 1.6 years apart] shows that the population tends to reduce itself naturally. The population's post-harvest recuperation is due to factors such as its ability to reproduce through rhizomes and the existence of good light conditions in disturbed sites.

Chamaedorea spp. was also distributed spatially in patches. Under average conditions at Yarché-1, 0.2 plants of *C. elegans* are found per 25 m². The abundance of *Chamaedorea* spp. and the availability of harvestable foliage show significant decreases after timber harvesting [pre- and post-harvesting measurements at 1.3 years apart], which can be attributed to two possible factors: foliage overharvesting and the species' poor reproductive ability. Openings in the canopy, even though they were as large as those in a clearing, favor leaf growth of *Chamaedorea* spp., as a result of the reduced time required for leaf formation and rest period, before forming the next leaf. Therefore, the goal of managing wood-bearing species together with this species appears to be biologically feasible.

Results of this study encourage the conceptualization of management systems together with wood-bearing and non-wood-bearing species, however, lack of commercially valuable timber species call for more intense silvicultural interventions and the opening of markets for the non traditional species.

1. INTRODUCCION

Diversos factores están motivando tendencias de manejo forestal con un enfoque multirecurso. En general se trata de conciliar diferentes intereses y adoptar una visión global de la sostenibilidad del ecosistema y todos sus componentes, tanto maderables como no maderables y todos sus servicios como conservación, protección y otros. En este orden de ideas, Catinot, citado por Leslie [1987] opina que la conservación de los bosques tropicales depende en gran medida de la posibilidad de ordenarlos como sistema, manteniendo al máximo los componentes del ecosistema original.

El bosque petenero se caracteriza por ecosistemas que albergan especies vegetales que son utilizadas con diferentes fines por los grupos humanos asociados a ellos. Bajo la presencia de intereses disímiles respecto a las especies se practica un uso diversificado: extracción maderera, cosecha de látex de chicozapote [*Manilkara* sp.], frutos de pimienta [*Pimenta dioica*], hojas de xate [*Chamaedorea* spp] y con tendencias crecientes el uso de fibras de bayal [*Desmoncus* spp].

La disponibilidad de los recursos y la presencia de grupos humanos involucrados en su cosecha son dos razones suficientes para pensar en un enfoque de manejo diversificado, que garantice la coexistencia permanente de estos recursos. Aparentemente no existen razones de peso que impidan combinar la extracción de madera con el mantenimiento de los productos no maderables. No obstante, la inclusión de ellos en un modelo de manejo diversificado requiere, por un lado, el conocimiento de variables ecológicas y biológicas de las especies de interés, y por otro, el conocimiento de la respuesta de tales variables a las intervenciones de manejo, principalmente de aquellas que provocan perturbaciones, tal como el aprovechamiento de las maderables.

Con el propósito de esclarecer, en algunos ámbitos, las posibilidades de manejo conjunto de especies maderables y no maderables en bosques peteneros, se presenta en este trabajo los resultados de estudios específicos ligados a las siguientes preguntas:

¿Cuales son las características más sobresalientes de la vegetación del sitio de trabajo, con énfasis en composición florística, estructura, tipos de bosque y proporción de las especies de interés para el manejo?

¿Cuales son las características más sobresalientes de las poblaciones de dos palmas de interés no maderable, con énfasis en: distribución espacial, abundancia y distribución en relación al sitio, estructura poblacional y disponibilidad de producto cosechable?

¿Cual es el efecto del aprovechamiento de las maderables en: composición florística y estructura de la vegetación, superficie aprovechada, árboles de futura cosecha, abundancia, distribución espacial y producto de las palmas no maderables de interés?

¿Cual es el crecimiento diamétrico de las especies maderables y como se relaciona con variables intrínsecas y ambientales?. ¿Como afecta el aprovechamiento maderero el crecimiento de las palmas no maderables?

¿Cuales son las especies que regeneran en los micrositos de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero?. ¿Cual es la proporción de las especies de interés?.

El estudio se desarrolló en la unidad experimental Yarché-1, ubicada dentro de la concesión forestal de la comunidad de San Miguel en Petén, Guatemala, en colaboración con el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible [Olafo], ejecutado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE]

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Generar información ecológica aplicada de las principales especies maderables y no maderables e identificar posibilidades de manejo forestal diversificado en San Miguel, Petén, Guatemala.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Conocer las características más importantes de la vegetación de la zona de trabajo, con énfasis en tipos de bosque, composición florística, estructura, y proporción de las especies de interés para el manejo.
2. Conocer características ligadas al manejo de las poblaciones de dos palmas de interés no maderable con énfasis en: distribución espacial, abundancia y distribución en relación al sitio, estructura poblacional, y disponibilidad de producto cosechable.
3. Evaluar el efecto del aprovechamiento de las maderables en: composición florística y estructura de la vegetación; superficie aprovechada; árboles de futura cosecha; abundancia, distribución espacial y producto de las palmas no maderables de interés.
4. Evaluar la regeneración natural en los microsítios de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero y determinar la proporción de las especies de interés.
5. Determinar cual es el crecimiento diamétrico de las especies maderables y como se relaciona con variables intrínsecas y ambientales.
6. Determinar como afecta el aprovechamiento maderero el crecimiento de las palmas no maderables.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 El manejo diversificado de los recursos forestales

Generalmente, al hablar de manejo forestal se habla de la utilización única de especies maderables. Independientemente de las causas, por lo menos en América tropical, los casos reales de manejo exitoso son escasos. Recién, con las tendencias mundiales en torno al desarrollo sostenible, varios proyectos piloto han empezado acciones al respecto que parecen tener un carácter de largo plazo.

En un análisis de la situación de la ordenación forestal en bosques tropicales, Schmidt [1987] concluyó que la carencia de experiencias concretas y permanentes de manejo forestal no es debida a la falta de diversidad de especies, falta de comprensión de la dinámica de los ecosistemas, incapacidad para lograr una regeneración adecuada o falta de respuesta a tratamientos silvícolas. Mas bien, el problema es consecuencia de la política de aprovechamiento de la tierra, de las condiciones socioeconómicas y de las realidades políticas; en gran parte también de una valoración insuficiente del potencial productivo de recursos abundantes, muchos de ellos no maderables.

Las reservas extractivistas, de gran importancia en Brasil y otros países de la cuenca amazónica, se han destinado casi exclusivamente para la utilización de productos no maderables. Ruiz, Sayer y Cohen [1993] mencionan que en América Latina coexisten dos modelos básicos de extractivismo, con situaciones intermedias entre ambos, denominados el "modelo indígena" y el "modelo campesino". Ambos se distinguen por sus actitudes, patrones de consumo y presión de recursos diferenciados. Estos autores mencionan que las actividades de caza y recolección de las comunidades indígenas, que han mantenido en esencia su cultura, están más enfocadas hacia el autoconsumo, desempeñando en general la comercialización un papel secundario. Estas comunidades obtienen una gran variedad de productos y, debido a su escasa proyección mercantil, así como a las limitaciones en sus medios de producción, su presión sobre los recursos es baja.

El extractivismo campesino o el de comunidades indígenas más aculturizadas tienen en general un fuerte componente de comercialización; centrándose para ello en un menor número de productos [aunque siempre muy elevado comparado con el de poblaciones rurales no extractivas]. La presión del mercado a través de su gran demanda y elevados precios para bienes escasos puede estimular un cambio en las técnicas de extracción y una sobreexplotación por encima de la tasa de renovación del recurso, haciendo la actividad insostenible a largo plazo [Ruiz, Sayer y Cohen, 1993].

En Brasil, las reservas extractivas fueron incorporadas por decreto presidencial al sistema nacional de unidades de conservación con el fin de apoyar el uso sostenible de múltiples recursos por comunidades tradicionales [Almeida, 1993]. Al hablar de

recursos extractivos en estos territorios, se trata de productos naturales renovables que se extraen en cuotas que no ponen en riesgo las poblaciones y/o ecosistemas de donde provienen. Los productos pueden ser destinados para autoconsumo y/o comercialización, incluyendo fundamentalmente no maderables y en menor intensidad madera para uso local.

A pesar de que las reservas extractivistas son una categoría de manejo establecida con énfasis en extracción de productos no maderables y conservación de la biodiversidad, algunos piensan que otros recursos [incluyendo los maderables existentes en estas extensas zonas] debieran utilizarse más intensivamente pero de manera sostenible, de modo que puedan optimizarse los beneficios de los ecosistemas boscosos.

El grado de éxito del manejo forestal con énfasis en producción maderable o el de las reservas extractivistas con énfasis en producción no maderable, no debe ser una razón para pensar que un enfoque debe excluir al otro. Aparentemente no debiera existir una razón que impida combinar la extracción de madera con el mantenimiento de los productos no maderables. Este tercer enfoque estaría definido por el potencial específico [maderable y no maderable] que presentan algunas regiones tropicales y a la existencia de grupos humanos involucrados, principalmente en extracción de no maderables.

Marmillod *et al.* [1994] denominan a este enfoque "manejo diversificado" y plantean que uno de los elementos fundamentales que rigen una propuesta de manejo de este tipo está en un aumento del número y tipo de especies utilizadas de la diversidad biológica vegetal maderable y no maderable, a fin de lograr una mayor estabilidad ecológica y económica en una región determinada. El valor de los productos no maderables para la población que vive en las zonas forestales, tanto en términos de autoconsumo como en términos monetarios, evidencia la necesidad de un enfoque de manejo diversificado [FAO, 1992].

No obstante, hay muchas dudas sobre la factibilidad del manejo diversificado. Marmillod *et al.* [1994] señalan que la decisión de incluir especies cuyos productos son diferentes de la madera en un sistema de manejo forestal diversificado, plantea varias preguntas; una de las cuales está ligada a la cosecha posible de cada recurso no maderable de manera sostenible. Indican que la respuesta exige tomar en cuenta tanto características demográficas de la especie considerada, como sus relaciones con el entorno ambiental directo, lo cual debiera considerarse en los inventarios respectivos.

Respecto a la evaluación del potencial productivo de los recursos no maderables, se considera que cada recurso no maderable, constituye un caso particular, para el cual deben desarrollarse herramientas específicas. Marmillod *et al.* [1994] en la búsqueda de métodos de evaluación que serían aplicados durante el inventario, han desarrollado

investigaciones descriptivas sobre diferentes especies no maderables, orientadas a contestar las siguientes preguntas:

[a]. ¿Cuales características biológicas permiten diferenciar en el conjunto de individuos de una especie, por lo menos las subpoblaciones juvenil, productiva y sobremadura? ¿Que observar y/o medir en cada individuo para poder asignarlo a un estado de desarrollo?.

[b]. ¿Cuales son las variables de los individuos de la subpoblación productiva de una especie, que se revelan suficientes para estimar de manera fiable las existencias del producto cosechable? ¿Cual es la relación entre las variables observadas y/o medidas y la cantidad del producto cosechable?.

[c]. ¿Cuales son las características de la distribución espacial de la especie dentro de una asociación vegetal?.

Investigaciones en este contexto se están desarrollando en la Unidad de Manejo de San Miguel, Petén y específicamente se ha avanzado en el diseño de un método de evaluación del bayal [*Desmoncus spp*] y del xate [*Chamaedorea spp*]. No obstante estos avances, el inventario de las existencias aprovechables sobre productos no maderables no brinda información suficiente para concebir modelos de producción sostenible; debe estar acompañado de un sistema de parcelas permanente de control de las reacciones de las especies a las distintas intervenciones en el bosque [tratamientos, cosechas, otras] [Marmillod *et al.*, 1994].

Otras dudas conciernen a la compatibilidad entre la extracción de madera y la estabilidad de algunas especies de sotobosque que habitan bajo un dosel arbóreo relativamente denso. Standley y Steyermark [1958] indican que las palmas de *Chamaedorea spp* crecen generalmente abajo de los 1400 msnm y su supervivencia depende en gran medida de un ambiente forestal maduro, cuyo dosel superior crea no solamente condiciones de sombra sino también alta humedad. La sombra determina el verde brillante de la hoja, requisito fundamental respecto a la calidad del producto [Hernández, 1988].

Para *Desmoncus spp* no parece ser indispensable la existencia de un bosque maduro. Quero [1989] señala que esta especie es característica de vegetación secundaria de selvas medianas subcaducifolias y subperennifolias de varios estados mexicanos. Por lo tanto, la apertura del dosel pudiera conllevar a una proliferación indeseable de la especie.

Un hecho importante es que cada vez parece generalizarse más la idea de darle utilidad a un recurso para valorarlo y evitar su destrucción. Ruiz, Sayer y Cohen [1993] opinan que la atención es creciente en torno a la inclusión de los productos no maderables en las acciones de manejo forestal tropical. No obstante, la inclusión de

ellos en un modelo de manejo diversificado no es algo inmediato, ya que por lo general, faltan conocimientos biológicos [Marmillod *et al.*, 1994].

Chandrasekharan y Fisk [1994] indican que hay muchos factores y circunstancias que constituyen un obstáculo para el uso sostenible de productos forestales no maderables, especialmente de aquellos de origen estrictamente forestal. Los principales son:

- [a]. Falta de atención política y manejo científico en contraposición con la exagerada importancia que se le da a la producción de madera.
- [b]. Las extensas actividades de extracción y los inapropiados reglamentos de manejo a menudo han causado el agotamiento de los recursos.
- [c]. Destrucción de hábitat de los productos no maderables a causa de cambios planificados y no planificados en el uso de la tierra.
- [d]. La falta de integración de productos madereros y no madereros en los objetivos del manejo forestal.
- [e]. Siendo la actividad de la mayoría de productos no maderables de importancia local, de pequeña escala, asociada con usos tradicionales y de baja tecnología, a menudo hay políticas sesgadas en su contra.
- [f]. Hay una ausencia general de inventarios sobre productos no maderables y su aplicación a menudo adolece de bases científicas.
- [g]. La comercialización explotadora de productos no maderables [exacerbada por la extrema pobreza de los extractores, su falta de educación y capacidad negociadora/comercial, como también el difícil ambiente sociopolítico] en algunos países, conduce a que los extractores de productos reciban pocos incentivos para manejar los recursos en forma sostenible.

3.2 Estructura y composición de los bosques húmedos tropicales

Los bosques tropicales se encuentran en más de 80 países y representan cerca de un tercio de la cobertura boscosa del mundo [WRI, 1992]. Los bosques tropicales húmedos constituyen ligeramente menos de la mitad de todo el bosque tropical, y cubre aproximadamente 6% de la superficie terrestre. Los ecosistemas forestales más extensos en los trópicos húmedos están concentrados en la cuenca del Amazonas y el Orinoco en Sudamérica, la Cuenca del Congo en África central, y en el sudeste Asiático. Ecosistemas forestales tropicales menos extensos se encuentran en México y América Central, el Caribe, África Occidental a lo largo del Golfo de Guinea en el sur

y este de Africa, en partes del sub-continente Indio, Sri Lanka, al sur de China, en la costa noroeste de Australia, y las del Pacífico en el suroeste [Jhonson y Cabarle, 1995]. Myers [1989] citado por Jhonson y Cabarle [1995] estima que hay aproximadamente 8 millones de kilómetros cuadrados de bosques densos en los trópicos húmedos, los cuales él define como áreas donde la precipitación mensual cae debajo de los 100 mm sólo una vez cada tres años, y donde las temperaturas promedio anuales están arriba de 24°C.

Se sabe que los bosques húmedos tropicales se conforman por individuos de diversos tamaños, donde la mayoría son de pequeñas dimensiones y su número se reduce conforme el tamaño aumenta, resultando en una distribución diamétrica decreciente llamada "j invertida" [Rollet, 1980; Whitmore, 1991]. Las distribuciones diamétricas de las especies individuales pueden ser muy distintas en función del gremio ecológico al que pertenecen [Finegan, 1993b].

En términos generales, más de un 50% de la biodiversidad de especies vegetales en un bosque húmedo tropical es de especies no arbóreas y, aunque los árboles son más importantes en términos de biomasa y las demás especies dependen en gran medida de los microhabitats creados por la presencia de ellos, en términos de recursos genéticos todas las especies arbóreas y no arbóreas tienen el mismo valor y potencial [Finegan, 1993c]. En ciertas regiones tropicales algunas de las especies no arbóreas han sido utilizadas tradicionalmente durante muchos años para diversos fines según los productos [medicinas, resinas, aceites, alimento, etc.]; otros, son tan importantes en términos comerciales, que se han destinado reservas exclusivas para su extracción y recientemente se ha empezado a hablar de manejo diversificado de la biodiversidad tropical. FAO [1992] señala que los bosques tropicales húmedos contienen el mayor número de recursos forestales no madereros sin utilizar.

Braun-Blanquet [1950] indica que el análisis florístico de las comunidades proporciona conclusiones relacionadas con la combinación de especies, información de las relaciones numéricas de las especies individuales, la significancia de cada especie, desarrollo, mantenimiento y declinación de las comunidades vegetales. Los bosques tropicales son estructuralmente los más complejos de todos los ecosistemas terrestres y además, poseen la mayor riqueza florística [Richards, 1950; Whitmore, 1984].

Varios de los indicadores de estructura, composición, riqueza y diversidad florística son los siguientes: distribuciones diamétricas del número de individuos y área basal, distribuciones de altura total y comercial, índice de valor de importancia, curva área-especies, cociente de mezcla, índices de diversidad de Shannon y Simpson, principalmente [Curtis y Macintosh, 1951; Quevedo, 1986; Mateucci y Colma, 1982; Lamprecht, 1990; Finegan, 1993c].

3.3 Dinámica y procesos de regeneración en bosques tropicales

El bosque lluvioso tropical se ve sometido a un proceso de alteración sostenida y recurrente de su estructura por la caída natural de árboles. Tal alteración varía en intensidad desde pequeños disturbios provocados por la caída de ramas o árboles individuales, hasta fuertes perturbaciones o catástrofes provocadas por terremotos, fuertes corrientes hídricas o tormentas ciclónicas que derriban grandes extensiones de vegetación [Brokaw, citado por Martínez-Ramos, 1988].

Cuando no hay perturbaciones extremas, el ciclo de regeneración se origina con aperturas en el dosel del bosque que se denominan claros provocados por la caída natural de los árboles [Finegan, 1993c]. Estos representan una perturbación y se constituyen en el motor de la dinámica del bosque [Whitmore, 1991], ya que promueven la regeneración de las especies, surgiendo un panorama en el que las interacciones entre ellas ocurren bajo un escenario ambiental que cambia de lugar en lugar y de tiempo en tiempo [Martínez-Ramos, 1988].

Los bosques de tierras bajas tropicales se han descrito como un mosaico de parches de tamaños diferentes y en diferentes etapas de regeneración, cada uno de los cuales se origina a partir de un claro formado por la caída de uno o más árboles [Richards, 1952; Baur, 1968; Whitmore, 1975; Hartshorn, 1978; citados por Brokaw, 1990]. Whitmore [1984] plantea un esquema sencillo del ciclo de regeneración: la fase de claro, ya mencionada; la fase de reconstrucción o de regeneración que sigue la fase de claro, y la fase de madurez que representa el fin del proceso. La mayoría de los bosques húmedos tropicales representan una gran extensión de la fase de reconstrucción [Whitmore, 1991].

Finegan [1993c], señala que la importancia de los claros en los procesos dinámicos forestales se debe a que en ellos, se liberan recursos del ambiente [principalmente luz, pero también agua y nutrientes del suelo] que afectan el crecimiento de los árboles en los alrededores de los claros y que además, permite la regeneración de nuevos individuos. El mismo autor plantea además, que la existencia de gremios ecológicos diferenciados con respecto a sus requerimientos de luz para la regeneración, resultará en fases del ciclo dominadas por especies diferentes. En estos términos, se espera una débil presencia de especies heliófitas durables en un bosque donde los claros son escasos.

3.4 Gremios ecológicos: reclutamiento y crecimiento

Con el propósito de simplificar el bosque y facilitar su interpretación con fines de manejo se ha propuesto hacer agrupaciones basadas en las características ecológicas. Según Finegan [1993b], las agrupaciones y denominaciones deben hacerse con base en las respuestas de las especies a las gradientes ambientales más sobresalientes en

estos ecosistemas. En bosques húmedos de tierras bajas el principal y más generalizado factor limitante para la regeneración exitosa parece ser la luz [Clark y Clark, 1987; Finegan, 1993b]. Con estos criterios es posible asignar la mayoría de las especies a los siguientes grupos: heliófitas efímeras, heliófitas durables, esciófitas parciales y esciófitas totales [Whitmore, 1982; Denslow, 1980; Budowski, 1965; Finegan, 1993b].

Considerando que claros grandes aparecen con mucho menos frecuencia que claros pequeños, las especies intolerantes a la sombra deben presentar escasa regeneración durante mucho tiempo, presentando distribuciones diamétricas bastante rectas u homogéneas [Brokaw, 1985; Hubbell y Foster, 1987]. Por otro lado, se espera que especies tolerantes presenten distribuciones diamétricas de forma bastante exponencial, similar a la "j invertida". Esto se explica por la regeneración continua que presentan estas especies al tener capacidad de establecerse en claros pequeños y permanecer por mucho tiempo como juveniles suprimidos en el sotobosque [Hubbell y Foster, 1987].

El análisis de los patrones de reclutamiento en el bosque en relación a las fases del ciclo de regeneración, se efectúa con el fin de determinar la relación entre la perturbación y la riqueza florística.

Whitmore [1982], indica que las condiciones ambientales necesarias para el reclutamiento de las heliófitas efímeras comúnmente se presentan en claros de 1000 m² o más de extensión. Brokaw [1990] cree que el crecimiento y la subsistencia subsiguientes de las especies pioneras son más exitosos en claros de más de 150 m². Lo cierto es que por lo general, no están presentes como plántulas dentro de las fases de reconstrucción o madurez [Finegan, 1993c].

Las heliófitas durables se reclutan en cada una de las tres fases del ciclo de regeneración, incluidos, por supuesto, los claros de área menor donde no se reclutan las heliófitas efímeras. Sin embargo, pueden crecer únicamente en la fase de claro. A la sombra de las fases de reconstrucción y de madurez, las plántulas permanecen estáticas durante lapsos intermedios. Si se abre un claro en un sitio donde se encuentran, potencialmente pueden aprovechar las nuevas condiciones propicias. Si no se abre un claro, las posibilidades de que avancen más allá de la etapa de plántula son remotas [Finegan, 1993c]. Sobre las especies esciófitas, este mismo autor indica que ellas se reclutan y crecen en cualquier fase del ciclo de regeneración. Sin embargo, otros autores consideran que son tolerantes a la sombra en un sentido limitado, ya que en última instancia, dependen de un claro para alcanzar la madurez [Vásquez y Orozco, 1987].

3.5 Impacto de los aprovechamientos madereros sobre el bosque remanente

Dykstra [1993] plantea que al considerar el aprovechamiento como parte de las acciones de manejo sostenible, es esencial que las actividades asociadas al mismo no comprometan en forma irreversible la capacidad del bosque para seguir suministrando madera industrial, productos forestales no maderables, servicios ambientales, beneficios sociales y valores globales como el mantenimiento de la biodiversidad. Agrega que para garantizar lo anteriormente expuesto, las operaciones deben efectuarse de tal manera que no degraden seriamente los valores maderables y no maderables del bosque, debiendo quedar en una condición que fomente su rápida recuperación a su estado anterior al aprovechamiento, o algún otro estado deseable en términos silviculturales, ecológicos y sociológicos.

Lo anterior implica que deben abandonarse las actividades regidas por el criterio de máximo beneficio con mínima inversión en el corto plazo. Varios autores [Hendrison, 1990; Cordero y Meza, 1992a; Dykstra, 1993; Quiroz y Finegan, 1994] opinan que el mejoramiento de las operaciones tradicionales debe incluir una buena planificación previa del aprovechamiento, la educación y capacitación del personal involucrado, la supervisión técnica en la ejecución de las diferentes actividades [inventario general y censos comerciales, construcción de caminos, corta y arrastre de árboles], y la evaluación posterior, que reflejan una preocupación por los valores no maderables y el estado futuro del bosque.

En función de lo anotado en la sección anterior [3.1.4] es evidente que el reclutamiento en relación al ciclo de regeneración está directamente vinculado con las acciones del manejo forestal. En principio, el aprovechamiento modifica el curso natural del ciclo de regeneración, así como las condiciones microclimáticas. Al respecto, Finegan [1993c] indica que el grado de apertura del dosel influye sobre la abundancia de regeneración de especies de los diferentes grupos ecológicos y por tanto, sobre el volumen y la calidad de la madera que se produce.

Un aspecto de interés en este sentido es determinar el grado de perturbación necesario o permisible para favorecer el establecimiento de las especies que se desean manejar y los tratamientos que deben aplicarse al bosque para mantener las condiciones que favorezcan el adecuado establecimiento de las mismas. Con un enfoque de manejo diversificado esto parece complicar las intervenciones silviculturales, ya que algunas especies de sotobosque podrían requerir condiciones diferentes a las de las especies maderables comerciales del grupo de las heliófitas durables.

Las condiciones ambientales en los claros provocados por el aprovechamiento podrían ser aptas para el establecimiento de las especies heliófitas durables y, en menor grado, de las heliófitas efímeras en aperturas mayores. Las esciófitas parciales podrán

establecerse, sin embargo, por su menor velocidad de crecimiento pueden ser dominadas por las heliófitas durables.

Quevedo [1986] realizó estudios sobre la regeneración natural de *Swietenia macrophylla*, una heliófita durable, en bosques de la región de Santa Cruz, Bolivia sometidos a extracciones selectivas basadas en el diámetro mínimo de corta. Concluyó que esta especie así como otras de temperamento similar, se ven favorecidas inicialmente por la apertura del dosel, pero antes de los nueve años post-aprovechamiento, muere por falta de cuidados silviculturales, dominada por la vegetación no deseable. Las especies regeneraron favorablemente solo en los dos primeros años de apertura del dosel. Especies como *Hura crepitans*, también heliófita durable, pudo establecerse satisfactoriamente debido a su rápido crecimiento en los claros y la alta disponibilidad de semillas. De lo anotado anteriormente es posible suponer que el establecimiento de *Swietenia macrophylla* y de otras heliófitas durables estaría muy ligado al tipo y secuencia de tratamientos silviculturales post-aprovechamiento.

Los trabajos de Jonkers [1987] en Surinam, muestran que la composición de la regeneración varía entre claros, caminos de extracción y bosque menos perturbado después del aprovechamiento. Las tendencias futuras de composición del bosque estarían determinadas por las superficies relativas de estas clases de sitios.

Dawkins [1958] al asumir que el área basal es un buen indicador de la competencia y que ésta es máxima en el bosque primario, sugiere una reducción entre el 40 y 60% del área basal [de individuos con $dap \geq 10$ cm], mediante el aprovechamiento y tratamientos silvícolas a fin de estimular un adecuado crecimiento de la regeneración natural deseable. Con ello se disminuye la competencia y se optimiza el espacio para la especies de interés.

Respecto a los disturbios físicos provocados por el aprovechamiento, es válido suponer que en sitios altamente perturbados el establecimiento de la regeneración será más lento. Sin embargo, Melo [1993] reporta que en un aprovechamiento mejorado el área perturbada no superó el 5% respecto al total y la regeneración de la vegetación en general, en los sitios perturbados fue favorable. Reporta además, que la variable iluminación fue la más determinante en la composición florística de los sitios perturbados.

Hutchinson [1986] citado por Schmidt [1987]; sugiere que se examinen las plántulas y los brinzales existentes antes y después del aprovechamiento, el impacto de este en el bosque, especialmente los daños causados a los árboles supervivientes, y la provisión de espacio libre para la regeneración. Los resultados del examen indicarán las posibilidades existentes para cosechas futuras y un tratamiento silvícola apropiado.

En bosques de altura de *Quercus* sp en Costa Rica, con la extracción de un 30% del área basal inicial [dap \geq 10 cm] solamente un 2.2% de los árboles fueron destruidos y un 7.7% fueron dañados con posibilidades de recuperación [Aus der Beek, 1993]. Debe agregarse que las labores de aprovechamiento fueron realizadas con sumo cuidado ya que en ocasiones fueron cortadas algunas ramas de árboles en pie para evitar posibles choques.

En Surinam, Jonkers [1987] reporta diferentes intensidades de daños las cuales van desde la muerte durante el aprovechamiento, hasta lesiones que pueden provocar la muerte del árbol algún tiempo después del aprovechamiento. Señala que bajo altos rendimientos se reduce el daño por m³ extraído. Al cuantificar los daños sobre árboles deseables con dap \geq a 5 cm, durante la extracción de 15 m³ se determinó un 6% de destrucción y un 10% de lesión, en comparación con 13% y 15% respectivamente, que corresponde a la extracción de 45 m³/ha [Jonkers, 1987]. Al analizar los daños que ocasiona el aprovechamiento en términos de área, se determinó que el 59% del bosque estuvo exento de daños, el 11% fue afectada por operaciones de arrastre y el 30% presenta claros ocasionados por la copa de árboles talados [Jonkers, 1987].

Un 22% del área basal inicial [dap \geq 20 cm] fue destruida y un 20% fue dañada en aprovechamientos madereros tradicionales en Indonesia en 1978 [Whitmore 1990, citado por Aus der Beek 1993]. Uhl y Viera [1989] al evaluar una operación mecanizada de extracción selectiva de madera en Pará, Amazonia brasileña, reportan que entre 30 y 50 m³/ha del volumen total de madera fueron dañados por la corta de 4-8 árboles/ha, lo que significó que más del 25% de todos los árboles \geq 10 cm de dap fueran seriamente afectados [12% perdieron sus copas, 11% fueron completamente destruidos por el tractor y 3% sufrieron daños substanciales en la corteza]. Además, señala que la cobertura de copas fue reducida a casi un 50% [de 80% a 45%] y 8% del área boscosa fue perturbada por los caminos y viales de extracción.

Henderson [1990], en un experimento realizado en Surinam, encontró que la tala de 8-10 árboles/ha [20 m³] causó un 14% de daños en términos de área, con aprovechamiento convencional y bajo a 8% con un aprovechamiento mejorado; el arrastre controlado afectó entre 5-8% del área restante, mientras que en el convencional afectó más del 14% del área total. En cuanto a la eficiencia, este autor concluyó que el aprovechamiento mejorado fue más eficiente, ya que se necesitó 40% menos de horas máquina por m³ extraído.

3.6 El crecimiento de especies forestales y los factores que determinan su magnitud

El crecimiento es el aumento de tamaño que presentan los organismos conforme pasa el tiempo [Finegan, 1994a]. A la cantidad de crecimiento, determinada por dos mediciones, una al inicio de un período de tiempo y la otra al final de ese período se

le denomina incremento [Klepac, 1976; Finegan, 1994a]. A la cantidad del producto de interés obtenido al final de un período se le llama rendimiento.

La terminología usual en los estudios de incremento [en diámetro, altura, volumen, área basal] es detallada por Klepac [1976] de la siguiente manera:

Incremento corriente anual, o sea, el crecimiento que logra un árbol o una masa en el curso de una año; incremento periódico, o sea, el crecimiento de un árbol o una masa en un tiempo determinado. El incremento total es el crecimiento del árbol o de la masa durante toda su vida y el incremento periódico anual se refiere al promedio anual del incremento periódico. El incremento medio anual, es el promedio anual de incremento total y se obtiene dividiendo las dimensiones de un árbol o una masa dentro de su edad.

Usualmente, Finegan [1993a] utiliza los valores medianos en vez de los valores medios. El incremento mediano anual se justifica por los frecuentes sesgos positivos en las distribuciones de incremento donde moda y mediana son inferiores a la media.

Generalmente el crecimiento se expresa en incrementos diamétricos [Alder, 1992; Siteo, 1992; Finegan, 1993a; Finegan, 1994a]. Otros autores utilizan el área basal [Quicke et al. 1994].

Componentes del clima y características edáficas afectan el crecimiento de los rodales [temperatura, precipitación pluvial, propiedades físico-químicas del suelo, drenaje, otros] así como intervenciones silviculturales. La iluminación o la competencia parecen ser factores claves a nivel de árboles individuales. [Kozlowsky, 1978; Finegan, 1994a] indican que el primer factor es probablemente el de mayor influencia.

La interacción competitiva de individuos por un recurso de disponibilidad limitada puede conducir a una reducción del crecimiento, la reproducción y la supervivencia [Begon *et al.*, 1986]. La competencia en bosque naturales suele registrarse a nivel de regeneración. Sin embargo, en bosques naturales la competencia es el factor menos importante en el crecimiento del bosque ya que este se puede controlar con tratamientos silviculturales [Whitmore, 1991; Husch et al., 1992].

Siteo [1992] concluye de manera general que las especies heliófitas crecen más rápido que las especies esciófitas, pero dentro de cada grupo hay especies de crecimiento rápido y lento.

Se afirma que existen importantes correlaciones entre la forma de la copa y el crecimiento diamétrico de las especies arbóreas [Dawkins, 1956; Synnott, 1979; Alder, 1980; Siteo, 1992; Finegan, 1994a]. El principio es que cuanto más frondosa sea la copa mayor será el crecimiento del árbol. Para árboles con un dap inicial entre

10 y 40 cm la forma y exposición de la copa son los factores que más afectan el crecimiento en forma lineal [Siteo, 1992].

Existe una correlación negativa entre la existencia de lianas y el crecimiento diamétrico. La influencia de estas en el crecimiento puede ser insignificante si se encuentran en la parte inferior de la copa del árbol [Clark y Clark, 1990]. El efecto de las lianas parece estar ligado a la reducción de la iluminación de la superficie foliar fotosintética [Alder, 1983].

Respecto al tamaño inicial de los árboles en el bosque, existe una tendencia de un incremento diamétrico mayor en árboles grandes que en pequeños, probablemente ligado a las condiciones de iluminación características en una posición horizontal [Alder, 1983; Finegan, 1994a].

Vanclay [1994] indica que la mortalidad natural regular está ligada a los siguientes aspectos: La condición del individuos [estado de la copa, tamaño, iluminación, sanidad], misma que determina una probabilidad de muerte ligada a una disminución del crecimiento. La mortalidad es mayor cuando el crecimiento de un individuo esta por debajo de un nivel mínimo.

El reclutamiento se determina por conteos directos y se refiere al ingreso de individuos a una población. En estudios de crecimiento se refiere al ingreso hacia un límite diamétrico inferior definido.

3.7 Breve descripción del bayal [*Desmoncus* spp]¹

Bayal es el nombre dado desde el sur de México hasta Honduras a varias especies de *Desmoncus*, un género taxonómicamente aún confuso de Arecaceae; sesenta y una especies han sido descritas, pero probablemente se reducen a sólo siete [Henderson, citado por Listabarth 1994]. Es el único género de palmas en América tropical que se caracteriza por ser trepador y su fibra se utiliza en artesanía. En el área del presente estudio [San Miguel, San Andrés, Petén], la poca floración y la gran variabilidad morfológica observada dentro y entre individuos han impedido hasta la fecha diferenciar con seguridad varias especies, si es que las hay. En la región, Lundell [1937] mencionaba la presencia de tres.

El bayal pertenece a la flora nativa de los bosques peteneros. Forma una macolla² no muy densa, cuyos tallos flexibles alcanzan las copas del estrato medio del bosque,

¹ Adaptado de Marmillod et al., 1995.

² Se denomina macolla al conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie [Font Quer, 1985].

apoyándose para ello en los árboles. Finas espinas de hasta 6 cm de largo cubren más o menos densamente estos tallos y pueden representar un peligro para paseantes distraídos. Para agarrarse de los individuos sostenes, el bayal utiliza sus hojas, cuyo raquis termina en un apéndice que recuerda al arpón: un largo látigo armado de cachos revertidos [garfios].

En el bosque, la base de las macollas no es muy grande, y su diámetro es por lo general inferior a 40 cm, pudiendo alcanzar excepcionalmente cerca de 1 m. En Yarché-1 la base de las macollas tiene un promedio de 7 cm y generalmente este promedio es mayor en sitios planos, profundos y arcillosos de fondos de valle, pudiendo alcanzar hasta 1 m. El número de tallos por macolla raramente sobrepasa 8 [máximo 17]. Los tallos, con un diámetro medio de 16 mm [rango 8-40 mm], presentan mayormente largos inferiores a 25 m, aunque se encontró uno que medía más de 45 m. Las dimensiones dadas muestran la variabilidad del bayal en los bosques de la zona de estudio; las investigaciones indican de forma preliminar que los rangos suelen ser más estrechos según los tipos de bosque.

El tallo provee la materia prima utilizada por los artesanos. Ellos mismos van a los lugares de mayor abundancia del recurso para extraer los tallos que consideran utilizables, los cuales cortan y bajan de los árboles en un proceso repetitivo de pelar [para eliminar las espinas] y jalar hasta que caigan al suelo. Eliminan luego la parte apical y juntan las varas cosechadas en pares de manojos, que ellos mismos o bueyes cargan o arrastran hasta su taller. En este lugar, los artesanos preparan la fibra propiamente dicha, rajando las varas y removiendo la parte carnosa interior. La intensidad del rajado depende del artículo que será producido: para tejer un sillón, la vara se raja en cuatro partes [fibra gruesa], mientras que para producir una canasta, la vara será dividida de manera más fina [fibra delgada].

3.8 Breve descripción del xate [*Chamaedorea* spp]

Xate es el nombre común con el que se identifican en la región petenera a varias especies del género *Chamaedorea* spp de la familia Arecaceae. No obstante nombres comunes específicos son dados a las siguientes especies: *Chamaedorea elegans* Martius [xate hembra], *Chamaedorea oblongata* Martius [jade, xate macho] y *Chamaedorea ernesti-agustii* Wendl [pata de vaca] [Standley y Steyermark, 1958].

Chamaedorea es un género de unas 100 especies dioicas que crecen bajo dosel de bosques lluviosos y nubosos neotropicales ubicados desde el territorio central de México hasta Brasil y Bolivia. Muchas otras han sido encontradas en el sur de Centro América [Reining *et al.*, 1992].

C. elegans es una planta delgada que puede llegar a medir 2 m o más cuando es adulta, a menudo florece cuando aún es tan pequeña como unos 30 cm de altura. Sus

tallos son erectos y sus hojas son gruesas en número variable de 5 a 8 alternas pinadas, un raquis que puede llegar a 55 cm de largo con 11-20 pinas de cada lado, vaina [hoja en formación] de 8-10 cm de largo.

C. oblongata generalmente es más alta que la anterior pudiendo llegar hasta 3 m de altura con un tallo de 1-2.5 cm de grosor. Las hojas son pinadas y pueden medir desde 17 a 40 cm de largo, el raquis puede medir 55 cm de largo con 6-9 pinas alternas de cada lado.

Ambas especies se encuentran usualmente juntas en el mismo bosque distribuidas generalmente en agregados. La densidad de la población puede variar según el tipo de suelo, topografía, dispersión de semillas, microclima, desarrollo del bosque e historia de uso. Prefieren suelos con buen drenaje localizados principalmente en colinas.

Las hojas son cosechadas durante todo el año en el bosque y son usadas internacionalmente como follaje verde en arreglos florales. Estas hojas no se marchitan con rapidez, característica determinante en el uso que se les da.

4. METODOLOGIA

4.1 INTEGRACION DE LOS ESTUDIOS EFECTUADOS

Los objetivos específicos planteados en este trabajo, implican la ejecución de varios estudios puntuales, a saber:

- [a]. Caracterización general de los tipos de bosque.
- [b]. Descripción de la composición florística arbórea.
- [c]. Descripción de la estructura poblacional de las especies maderables y no maderables de interés.
- [d]. Estudio de distribución espacial de dos recursos no maderables de interés: *Chamaedorea* spp y *Desmoncus* spp.
- [e]. Evaluación de la influencia de factores de sitios en la distribución y abundancia de *Chamaedorea* spp y *Desmoncus* spp
- [f]. Evaluación del impacto de un aprovechamiento maderero en cada uno de los aspectos anteriores, incluyendo además:
- [g]. Evaluación del impacto en superficie y en árboles remanentes de futura cosecha, incluyendo individuos ≥ 5 cm de dap.
- [h]. Evaluación de la regeneración natural de las especies maderables de interés en micrositios perturbados por el aprovechamiento maderero.
- [i]. Estudio del reclutamiento, mortalidad, crecimiento diamétrico y en área basal de la masa arbórea.
- [j]. Estudio de la dinámica de producción de follaje y estado del producto cosechable de *Chamaedorea* spp en sitios con diferentes condiciones relativas de iluminación .
- [k]. Dinámica de rebrotación y estados de desarrollo de plantas de *Desmoncus* spp establecidas en diferentes condiciones relativas de iluminación.

En este contexto, se elaboró un diagrama de flujo [Figura 1] con la finalidad de mostrar el vínculo entre cada uno de estos elementos técnicos y establecer su relación con la identificación de posibilidades para el desarrollo de manejo forestal con enfoque diversificado. La posibilidad de comercialización siempre ha sido un criterio determinante en la selección de especies para el manejo; factores complementarios como la abundancia, requerimientos ambientales, características físico-mecánicas de la madera, entre otros, son favorables tanto para el manejo como para estimular el ingreso al mercado de especies secundarias. Las evaluaciones formales de estos recursos utilizando métodos y variables apropiados, permiten conocer su situación en los ecosistemas boscosos, información que se emplea para fijar preliminarmente posibles rendimientos y cosecha.

Las intervenciones de manejo, dirigidas con fines silviculturales o no, siempre causan cierto impacto en los ecosistemas bajo manejo. La evaluación de este impacto permite, entre otras cosas: definir el efecto en las variables evaluadas previamente,

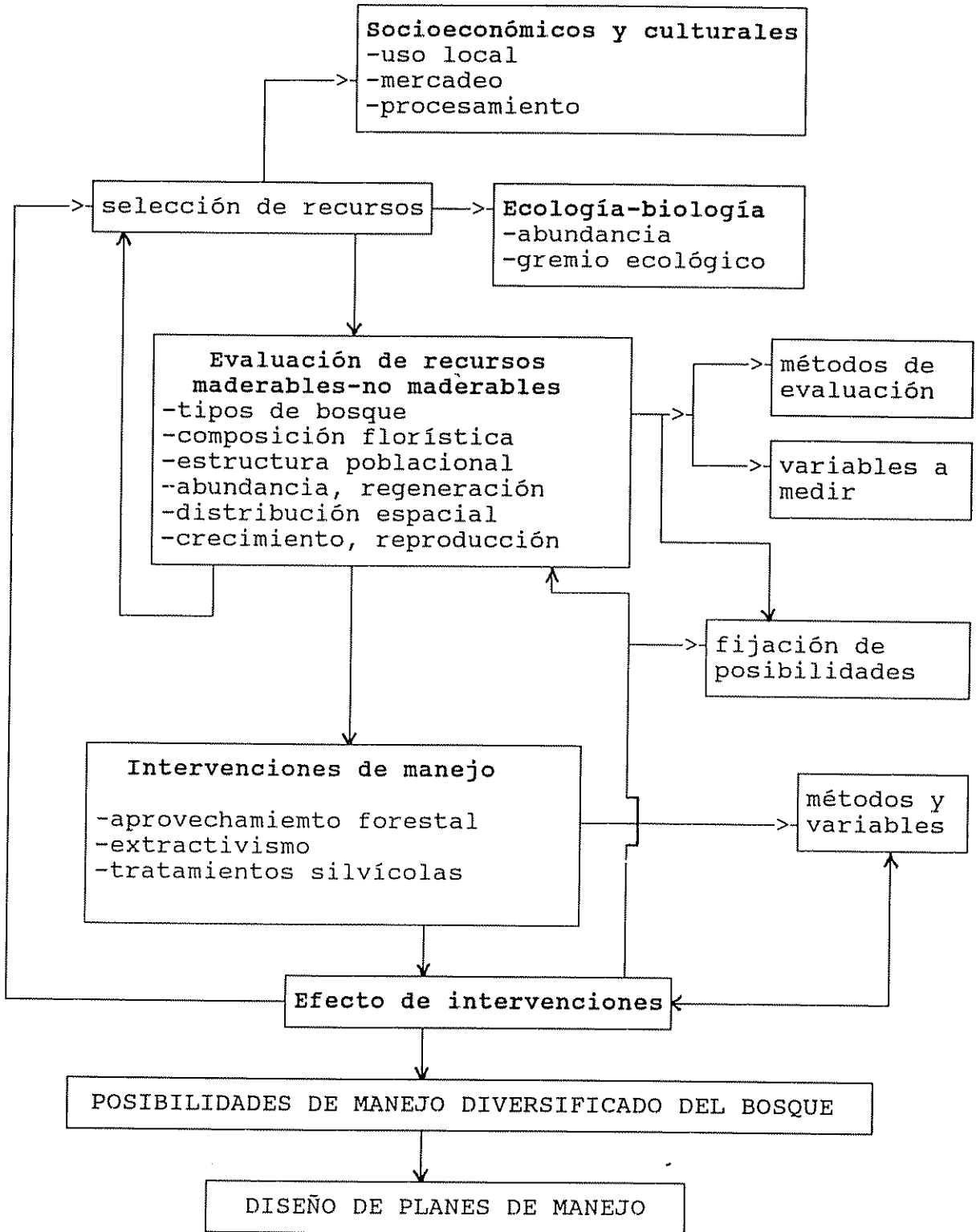


Figura 1. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado.

precisar las posibilidades de rendimiento sostenido de los recursos de interés y retroalimentar los métodos de evaluación. Junto a otros, de carácter político-institucional [incluyendo aspectos legales] y socioeconómico, estos elementos técnicos son parte de la base para proceder a la formulación de planes de manejo forestal diversificado.

4.2 DESCRIPCION GENERAL DEL SITIO DE TRABAJO

El estudio se desarrolló en la unidad experimental Yarché-1, ubicada en territorio de la Unidad de Manejo Forestal de San Miguel [UMFSM] en Petén Guatemala. La UMFSM, con 7,039 ha de extensión, se localiza en la Zona de Uso Múltiple [ZUM] de la Reserva de Biosfera Maya [RBM] [Figura 2].

En dirección sur-norte, la UMFSM inicia en San Miguel y finaliza en Yarché, ambos son caseríos que distan unos 15 km entre sí. San Miguel dista unos 23 km de la cabecera municipal de San Andrés. En el Cuadro 1 se especifican las coordenadas geográficas de la UMFSM de acuerdo al plan general de manejo [CATIE, 1994].

Con base en el sistema de Holdridge, De la cruz [1982] indica que el área pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Cálido, siendo las especies indicadoras las siguientes: nance [*Byrsonima crassifolia*], majagua [*Bellotia campbelli* Sprague], amapola [*Pseudobombax ellipticum*], chechén negro [*Metophium browneii* [Jacq.] Urban.], guano [*Sabal morrisiana*], chicozapote [*Manilkara zapota*], pimienta [*Pimenta dioica* [L.] Merrill], malerio colorado [*Aspidosperma megalocarpon* Muell. Arg.] y son [*Alseis yucatanensis* Standl.].

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de la UMFSM.

Vértice	Longitud Oeste	Latitud Norte
1	89.8814	27.2006
2	89.8818	17.2492
3	89.9082	17.2495
4	89.9573	17.2440
5	89.9974	17.2305
6	89.9495	17.1669
7	89.9293	17.1828
8	89.8987	17.2009

Los registros de la estación meteorológica de Tikal indican que la situación general del clima de la zona es la siguiente: precipitación media anual de 1,530 mm con mínima de 1,089 mm y máxima de 1,819 mm [década 1980]. La época seca con lluvias esporádicas ocurre de febrero a mayo. La temperatura media anual es de 23 °C, observándose mínimas de 9 °C y máximas de 42 °C. La humedad relativa promedio es de 77%, registrándose valores máximos de 93% en enero y mínimos de 47% en marzo. Los vientos son más intensos de febrero a junio con velocidades de 3-4 m/seg.

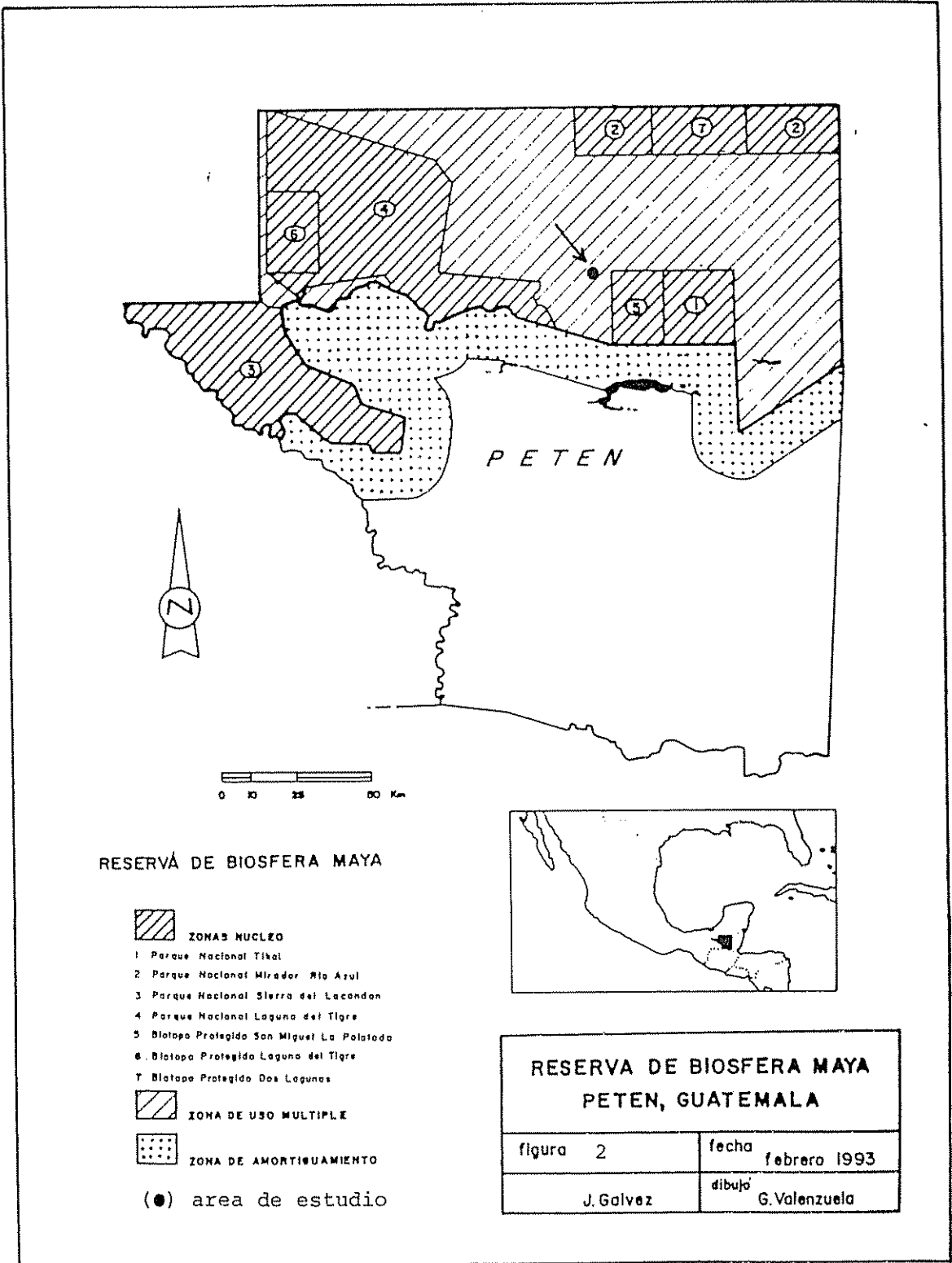


Figura 2. Ubicación de la zona de estudio en el contexto local y regional.

La evapotranspiración media anual es de 876 mm/año y representa el 56% de las lluvias.

Es importante destacar la disminución de la precipitación pluvial durante los últimos años [Figura 3]. Durante los últimos meses de 1994 y primeros de 1995 se registró un período especialmente seco durante el cual fue observado un decaimiento general y pérdida de vitalidad de los individuos de sotobosque. Sin duda, este factor puede ser significativo a la hora de interpretar variables relacionadas con el crecimiento y el rendimiento de las especies de interés en este estudio.

Las características más importantes de las tierras del área son las siguientes: las pendientes dominantes están alrededor del 12% aunque pueden llegar a 50% y más. Los suelos se han originado sobre capas horizontales de rocas sedimentarias del Cretácico Superior y del Eoceno. El pH, independientemente de su posición fisiográfica, varía entre 8.0 a 8.4, debido principalmente a las altas concentraciones de calcio dada la naturaleza kárstica de los mismos. Según la clasificación taxonómica de suelos de los Estados Unidos, pertenecen a los ordenes Vertisol y Mollisol [Collinet, 1990; Gálvez et al., 1990] y generalmente se asocian a la fisiografía del área. En este sentido, pueden encontrarse suelos bien drenados de colinas y suelos de drenaje lento de los valles.

Los suelos bien drenados de las colinas presentan una pedregosidad de mediana a fuerte, con gravas y piedras calcáreas que definen horizonte sueltos de color pardo oscuro sin manchas. Contienen de 35% a 45% de arcillas, son de estructura fragmentaria muy desarrollada, grumosa, fina, poliédrica y muestran bastante porosidad entre los agregados. Presentan abundantes raíces, aunque con débil actividad de la fauna del suelo. El espesor varía de 20-40 cm máximo. Su fertilidad natural es alta. Tentativamente se les clasifica como Typic Rendolls [Collinet, 1990; Gálvez et al., 1990].

Los suelos de drenaje lento de los valles se localizan en tierras planas, fondos de valle o valles intercolinarios susceptibles de inundación. Presentan horizontes sueltos de color negro a gris oscuro en por lo menos los primeros 35 cm y gris verde olivo sin manchas hidromórficas a mayor profundidad. Son frecuentes manchas más oscuras debido a intrusiones humíferas, originadas por la presencia de arcillas montmorilloníticas que en época seca se contraen y provocan grietas por donde migra la materia orgánica hacia horizontes más bajos. Entre 30-40 cm hay presencia de nódulos o aglomerados blancos de carbonato de calcio. La textura es arcillosa o arcillo-limosa [a veces, más de 50% de arcilla]. Generalmente se presentan grietas en la superficie en forma de polígonos de 40-70 cm de diámetro. Las raíces son escasas a más de 30 cm de profundidad. La actividad de la fauna del suelo es poco perceptible ya que la adaptación a este medio arcilloso y compacto es muy difícil. La fertilidad natural se considera alta. Tentativamente se les clasifica como Pellic vertisols [Collinet, 1990; Gálvez et al., 1990].

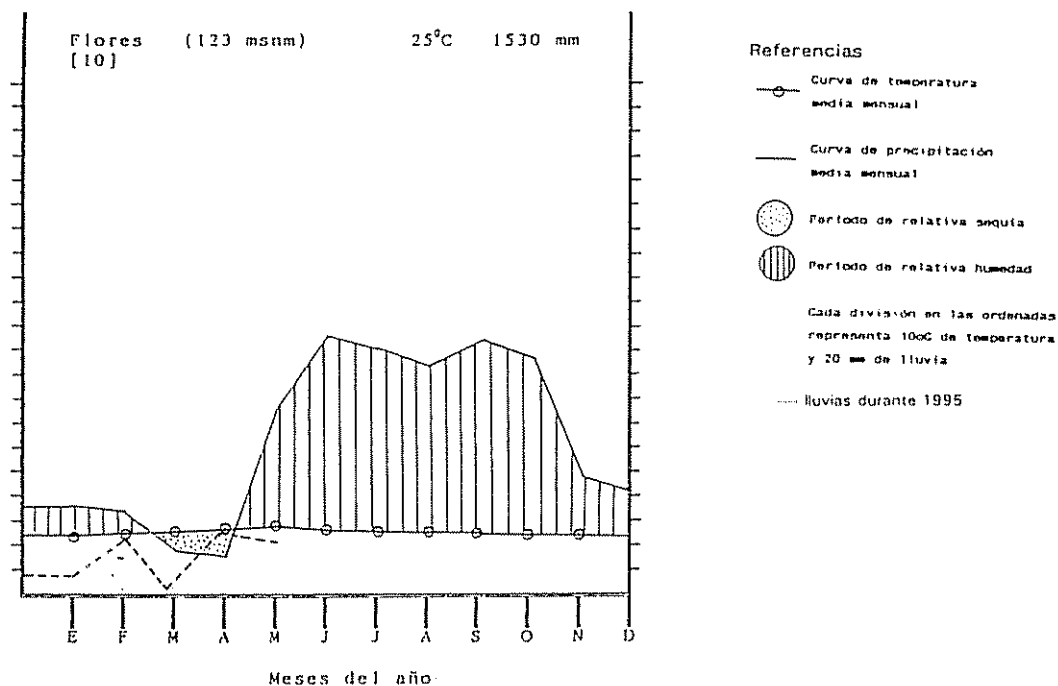


Figura 3. Climadiagrama de referencia de la zona, elaborado con datos de la estación meteorológica de Tikal [Década 1980]. La línea punteada representa la precipitación durante los primeros meses de 1995.

4.3 ANTECEDENTES SOBRE ESTUDIOS EJECUTADOS EN LA UNIDAD EXPERIMENTAL YARCHE-1

El Proyecto "Conservación para el Desarrollo Sostenible" conocido como Olafo, ejecutado por el CATIE, ha apoyado las acciones de manejo de recursos naturales que se impulsan en la RBM. Específicamente Olafo en colaboración con el Proyecto "Producción en Bosques Naturales" [PBN-CATIE], han acompañado a la Comunidad de San Miguel La Palotada, en todo un proceso que en una de sus etapas finalizó con la obtención bajo concesión de un territorio de unas 7,060 ha para fines de manejo

forestal. Miembros de la comunidad e investigadores de Olafo-PBN seleccionaron dentro del territorio concesionado, una área de 42.5 ha en la cual se ejecutó un primer aprovechamiento maderero durante los primeros 5 meses de 1994. Las disposiciones previas establecían que esta zona se convertiría en una unidad piloto [Yarché-1] de evaluación y monitoreo que permitiría fortalecer o reorientar las decisiones que se van tomando conforme se intervienen estos bosques. Es en este contexto que previo al aprovechamiento maderero se instalaron 21 parcelas permanentes de control [PPC] de 0.25 ha cada una. En primera instancia, estas PPC permitirían evaluar y monitorear el efecto en las especies de interés para el manejo diversificado, no solo del aprovechamiento maderero, sino también de otras intervenciones de manejo. En este marco, se muestran en el Cuadro 2 las principales actividades que ha sido ejecutadas y que están en proceso de ejecución en Yarché-1. Se incluyen actividades relativas al presente estudio.

Cuadro 2. Principales actividades de manejo ejecutadas y en proceso de ejecución en Yarché-1.

Tiempo [años = A]	ACTIVIDADES
A-0.71	-Instalación y medición de 12 PPC
A-0.71	-Medición de brinzales en 12 PPC
A-0.71	-Inventario de bayal en 12 PPC
A-0.44	-Inventario de xate en 21 PPC
A-0.20	-Instalación y medición de 9 PPC
A-0.20	-Inventario de bayal en 9 PPC
A-0.20	-Inventario y marcaje de árboles de tamaño mayor o igual al dmc; selección de semilleros
A-0.20	-Medición de latizales en 21 PPC
A-0.10	-Eliminación de lianas en árboles a tumbar
A-0 [abr-may-1994]	Aprovechamiento forestal
A + 0.54	-Tratamiento de liberación en 12 PPC [13, 15, 19, 34, 39, 115, 132, 236, 237, 313, 314, 330]: la eliminación de árboles se realizó aplicando dos tipos de arboricidas [kurón y Roundup] en dos concentraciones cada uno [5, 10% y 20, 30% respectivamente]
A + 0.87-0.96	-Inventario de bayal y xate en 21 PPC [*]
A + 1.21	-Evaluación dasométrica de las 21 PPC: para estudios de composición, estructura, crecimiento diamétrico, reclutamiento, mortalidad, daños del aprovechamiento [*]
A + 1.21	-Muestreo diagnóstico [*]
A + 1.21	-Evaluación de latizales [abundancia, reclutamiento y mortalidad] y brinzales [abundancia] en 21 PPC [*]
A + 0.87	-Estudio de regeneración en micrositios perturbados [*]
A + 0.81-1.47	-Crecimiento y rendimiento de xate y bayal [*]

[*] Actividades ejecutadas durante el presente estudio

4.4 UNIDADES DE MEDICION INSTALADAS EN YARCHE-1

La mayoría de las unidades de medición instaladas en Yarché-1 tienen carácter permanente con el fin de monitorear el efecto de las diferentes intervenciones de manejo que se realizan ahora y en el futuro. Varias de las investigaciones que se han realizado en estas unidades y varias que están en proceso se han constituido en parte de la base para el presente estudio.

Las 42.5 ha de Yarché-1, de forma rectangular, han sido seccionadas en parcelas de 50x50 m [0.25 ha], 21 de las cuales se han destinado para mediciones permanentes [Figura 4]. A la vez, estas PPC han sido seccionadas en unidades de medición de 10x10 m.

La PPC se ubicaron en Yarché-1 siguiendo dos criterios:

- [a]. La intensidad del primer aprovechamiento que se realizaría unos meses después: parcelas sujetas a intensidad de 0, 1 y 2 árboles a cortar
- [b]. La distribución espacial: Parcelas distribuidas en cuatro fajas con dimensiones cercanas a 100x1000 m [Cuadro 3].

Cuadro 3. Disposición de 21 parcelas permanentes de control en relación al aprovechamiento maderero ejecutado en Yarché-1.

Intensidad del primer aprovechamiento	Distribución espacial			
	Faja 0-100	Faja 100-200	Faja 200-300	Faja 300-400
0 árboles cortados	19, 28, 34, 39	115, 132	223	304, 313, 314, 340
1 árbol cortado	13, 15, 19		221, 237, 225	307, 329
2 árboles cortados		124	202, 236	

La enumeración de las subparcelas dentro de cada PPC se hizo correlativamente de 1 a 25 ubicando siempre la subparcela 1 en la esquina suroeste y la subparcela 25 en la esquina noroeste de la respectiva parcela.

La medición de las PPC [siguiendo el orden las subparcelas de 10x10 m], incluyó todos los árboles \geq de 10 cm de dap, marcando cada uno con pintura [colocando el número de la subparcela arriba de la marca del dap y por debajo el número del árbol correlativamente dentro de la subparcela].

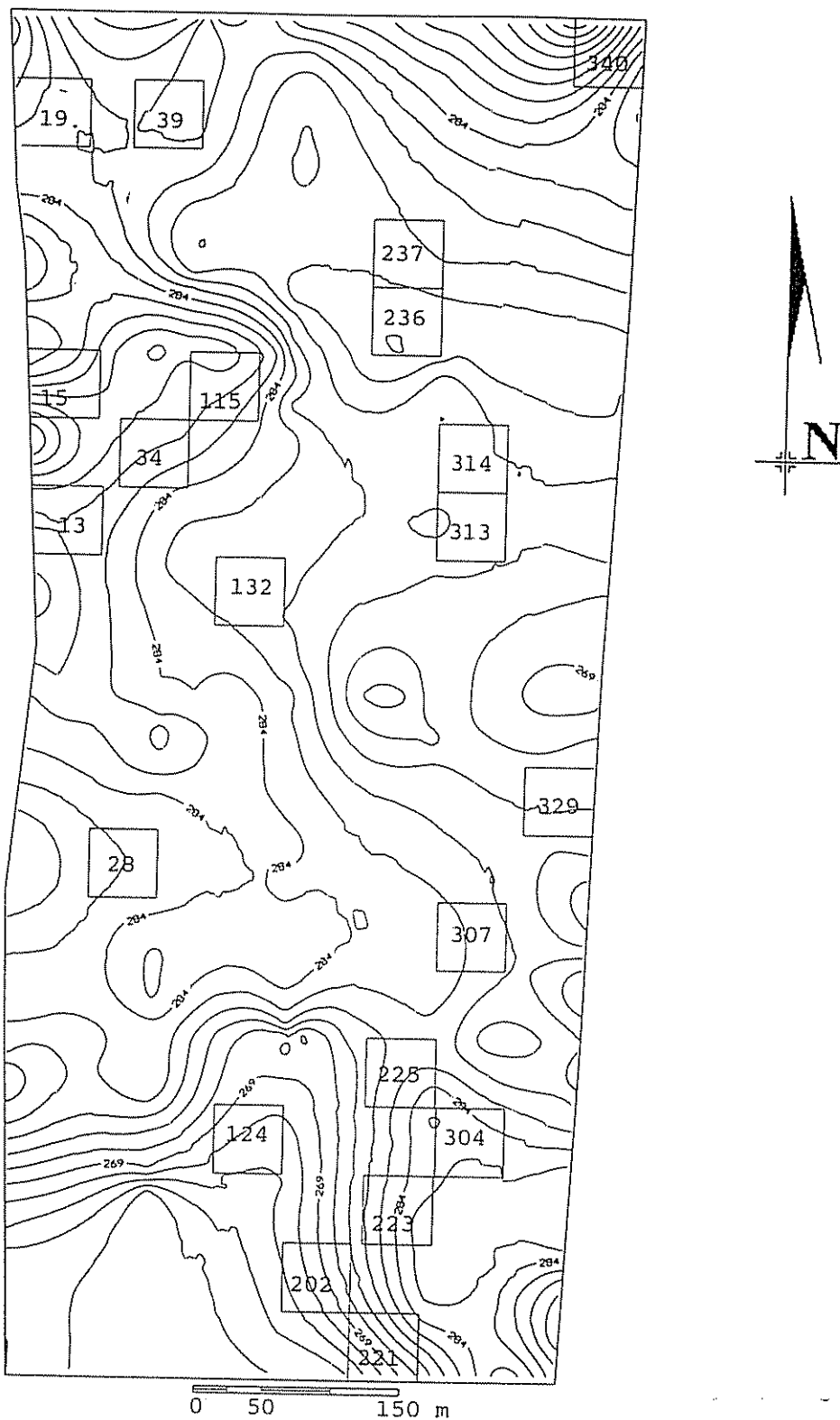


Figura 4. Ubicación de 21 parcelas permanentes de control [50 x 50 m] en Yarché-1. Curvas a nivel cada 3 m.

El registro de información sobre la regeneración natural de latizales se basó en 13 subparcelas de 10x10 m, seleccionadas alternamente, iniciando de 1 y terminando en 25, dentro de cada PPC. La información sobre brinzales se registró en parcelitas de 2x2 m y 3x3 m, ubicadas dentro de 5 subparcelas de cada PPC. La regeneración fue definida de acuerdo al siguiente criterio:

- [a]. Latizales: individuos con $5 \leq \text{dap} < 10$ cm
- [b]. Brinzales: individuos cuya altura total es ≥ 30 cm y $\text{dap} \leq 5$ cm

Las mediciones con fines de evaluar la abundancia de xate se basan en parcelitas de 5x5 m ubicadas en algunas subparcelas de cada una de las 21 PPC. Las mediciones con fines de evaluar la abundancia de bayal se basan en el inventario total de las 21 PPC, siguiendo el orden correlativo de las subparcelas de 10x10 m [Figura 5 y Cuadro 4].

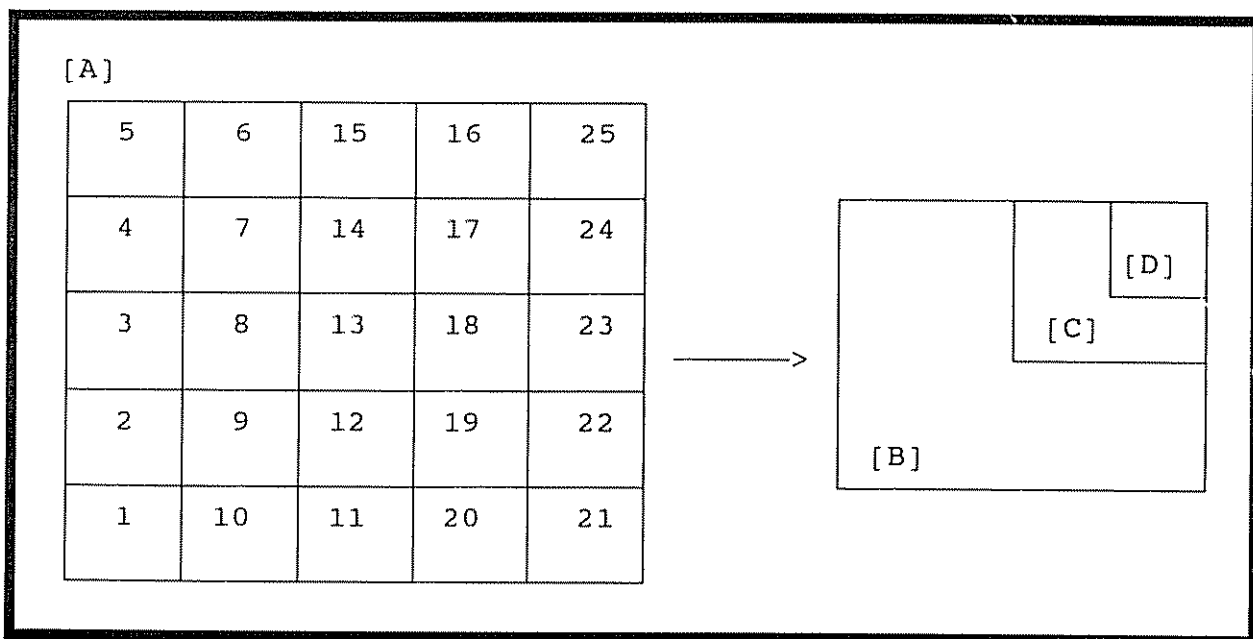


Figura 5. Detalle de las unidades de medición instaladas en Yarche-1 (A) unidad mayor de 2,500 m², unidad (B) de 100 m², unidad (C) de 25 m² y unidad (D) de 4 m².

Cuadro 4. Detalle de las unidades de medición para las especies evaluadas en la unidad experimental Yarché-1. Medición inicial [preaprovechamiento] y medición este estudio [postaprovechamiento].

Unidad de Evaluación	Medición inicial [Pre-aprovech.]	Medición este estudio [Post-aprovech.]	Descripción unidades de medición	Superficie
Árboles ≥ 10 cm dap	12 PPC = Ago-1993 9 PPC = Feb-1994	12 PPC = Jul-1995 9 PPC = Jul-1995	Medición inicial y este estudio: 21 PPC: medición de 25 subparcelas [B] de 10x10 m.	5.25 ha
Latizales	21 PPC = Feb-1994	21 PPC = Jul-1995	Medición inicial y este estudio: 21 PPC: medición alterna de 13 subparcelas [B] de 10x10 m iniciando en 1 y terminado en 25.	2.75 ha
Brinzales	12 PPC = Sep-1993	21 PPC = Mar-1995	Medición inicial: 12 PPC: medición de parcelitas [D] de 2x2 m ubicadas en las subparcelas [B] número 1, 5, 13, 21 y 25 Medición este estudio: 21 PPC: medición de parcelitas [D] de 2x2 m ubicadas en las subparcelas [B] número 1, 5, 21 y 25. Medición de parcelitas [D] de 3x3 ubicadas en las subparcelas [B] número 13.	inicial: 240 m ² este estudio: 525 m ²
Bayal [<i>Desmoncus</i> spp]	sin regeneración: 12 PPC = Ago-1993 9 PPC = Feb-1994 con regeneración: 12 PPC = Sep-1993	21 PPC = Abr-1995	Medición inicial: 12 PPC: medición de 25 subparcelas [B]. Medición este estudio: 21 PPC: medición de 25 subparcelas [B].	Inicial: 3 ha este estudio: 5.25 ha
Xate [<i>Chamaedorea</i> spp]	21 PPC = Nov-1993	21 PPC = Mar-1995	Medición inicial: 12 PPC: medición de parcelitas [C] de 5x5 m ubicadas en subparcelas [B] número 3, 11, 13, 15 y 23. 9 PPC: medición de parcelitas [C] de 5x5 m ubicadas en subparcelas [B] número 2, 4, 13, 22 y 24 Medición este estudio: 12 PPC + 9 PPC: mismo número y posición de parcelitas	2325 m ²

4.5 DESCRIPCION SINTETICA DEL APROVECHAMIENTO MADERERO

El aprovechamiento ejecutado en las 42.5 ha que corresponden a Yarché-1 se planificó con la finalidad de causar el mínimo impacto al ecosistema [CATIE, 1994].

Las labores realizadas previamente al aprovechamiento fueron: censo comercial en el que se consideraron diámetros mínimos de corta [dmc] de 60 cm para el grupo PM [primarias maderables] y 40 cm para el grupo SconU [secundarias con uso]; identificación y marcaje de árboles semilleros; levantamiento topográfico para facilitar la construcción de las redes de caminos, eliminación de lianas en los individuos a tumbar y ubicación, medición y marcaje de árboles de futura cosecha de tamaño inferior al dmc. El marcaje se hizo con el fin de reducir riesgos de daños.

Los aspectos más relevantes durante la ejecución misma del aprovechamiento son: caída dirigida hacia posiciones adecuadas en relación a un camino o pista de arrastre, habilitación y apertura de caminos y pistas de arrastre considerando facilidades topográficas y la ubicación de los individuos a cosechar. La red de caminos fue habilitada y construida con motosierra al igual que los patios de acopio; la corta, el desrame y el troceo fueron realizados también con motosierra y el arrastre de la madera se hizo con bueyes y cuando la troza superaba los 50 cm de diámetro se utilizó tractor agrícola.

El plan operacional establecía una cosecha del 80% de las existencias superiores al dmc de cada especie del grupo PM [caoba y cedro] y el 70% del grupo SconU [8 especies]. Los individuos restantes serían dejados en pie con fines semilleros. Esto equivalía a dejar en pie 1 de cada 5 árboles de las PM y 3 de cada 10 árboles de las SconU, cifras que resultaron levemente modificadas principalmente por razones ligadas al estado de sanidad de los individuos marcados para tumbar.

Finalmente se tumbaron 62 árboles, 26 PM [149.02 m³] y 36 SconU [87.47 m³], lo cual equivale a: 1.45 árboles/ha, 5.56 m³/ha y 0.43 m²/ha [1.62% del área basal inicial total y 12% del área basal de las especies comerciales de dap \geq 10 cm] [Cuadro 5].

4.6 AGRUPACION DE ESPECIES CON FINES DE MANEJO

La posibilidad de comercialización es el principal factor que influye en la utilización intensiva de *Swietenia* sp. y *Cedrela* sp. y menos intensivamente de siete especies maderables más. Varias de estas especies son realmente escasas y hasta corren el riesgo de desaparecer como recursos que los bosques del área ofrecen al mercado. El mismo factor de mercado determina el uso y además la intensidad de cosecha de cuatro especies no maderables. Inclusive, las fluctuaciones de la demanda internacional para el caso de las no maderables [principalmente el xate] están directamente relacionadas con la sobrecosecha del recurso en ciertas épocas del año.

Cuadro 5. Resumen del aprovechamiento maderero ejecutado en 42.5 ha de Yarché-1 durante el primer semestre de 1994.

Especies	Existencias ≥ al DMC [N]	Cosecha		
		árboles [N]	área basal [m ²]	volumen [m ³]
<i>Swietenia</i> sp.	29	20	7.84	117.54
<i>Cedrela</i> sp.	8	6	2.39	31.48
<i>Pseudobombax</i> sp.	18	8	3.141	35.07
<i>Astronium</i> sp.	10	5	0.734	5.26
<i>Aspidosperma</i> <i>stegomeres</i>	11	7	1.230	13.77
<i>Aspidosperma</i> <i>megalocarpon</i>	5	4	0.563	4.24
<i>Calophyllum</i> sp.	15	8	1.712	21.89
<i>Lonchocarpus</i> sp.	3	2	0.412	3.73
<i>Pseudolmedia</i> sp.	5	1	0.129	0.88
<i>Sideroxylon</i> sp.	1	1	0.181	2.62
Total	105	62	18.332	236.48
Total por hectárea	2.47	1.46	0.430	5.56

En el caso de la maderables, si se desea estimular el ingreso al mercado de nuevas especies, es importante que reúnan propiedades maderables requeridas por éste. De un importante número de especies presentes en Petén, existen datos acerca de características físico-mecánicas que indican aptitud para ingresar a los mercados. Como factores complementarios y que puede favorecer el manejo, algunas de ellas son abundantes y pertenecen a gremios ecológicos conocidos.

En este sentido, se hizo un agrupamiento de las especies vegetales del sitio bajo estudio, a fin de establecer más convenientemente la posición que ocupan en el bosque en términos de composición florística, estructura, abundancia, dominancia, distribución espacial y otros parámetros necesarios con fines de manejo. Los grupos definidos son los siguientes:

- [a]. Primaria maderable [PM] = actualmente comercializable: caoba [*Swietenia macrophylla*] y cedro [*Cedrela odorata*].

- [b]. Secundaria con uso [SconU]= secundaria maderable, actualmente comercializable pero con menos demanda que las anteriores: amapola [*Pseudobombax ellipticum*], jobillo [*Astronium graveolens*], malerio blanco [*Aspidosperma gomeris*], malerio colorado [*Aspidosperma megalocarpon*], manax [*Pseudolmedia oxiphyllaria*], manchiche [*Lonchocarpus castilloi*] y santa maría [*Calophyllum brasiliense*].
- [c]. Secundaria sin uso [SsinU]= secundaria maderable, no comercializable, pero con potencial de manejo: son prioritarias el ramón [*Brosimum costaricanum*] sillion [*Pouteria amygdalina*], tempisque [*Bumelia mayana*] y el jobo [*Spondias mombin*].
- [d]. Terciaria [Ter]= terciarias maderables, no comercializables, sin potencial de manejo por su escasez y crecimiento diamétrico limitado.
- [e]. primaria no maderable [PnoM]= actualmente comercializables con fines de resina, frutos, follaje o fibra: chicozapote [*Manilkara zapota*], pimienta [*Pimenta dioica*], botan [*Sabal spp*], bayal [*Desmoncus spp.*] y xate [*Chamaedorea spp.*].

La información utilizada para la definición de los grupos proviene del plan general de manejo de la UMFSM [CATIE, 1994], revisión de literatura [Kukachka, 1968; Benítez y Montesinos; 1988; Foster y Brokaw, 1990; Finegan y Sabogal, 1988; Finegan, 1992; Barcenas, 1995] y de este estudio. Otras cuatro especies del grupo SsinU son reportadas [CATIE, 1994] para la UMFSM, sin embargo, en Yarché-1 no fueron encontradas.

4.7 CARACTERIZACION GENERAL DE TIPOS DE BOSQUE

En términos fisiográficos la UMFSM y sus alrededores abarcan tres regiones diferenciadas en general por la dominancia de terrenos planos, ondulados y colinares. Yarché-1 se ubica en el paisaje de colinas bajas dentro del gran paisaje colinar. No obstante, se le puede describir apropiadamente como un paisaje plano-ondulado de altura con micrositios planos, microaccidentados o muy inclinados. Bajo estas consideraciones se realizó un análisis de la vegetación con el propósito de verificar la posible existencia de diferentes tipos de bosque, tanto a nivel de la UMFSM como a nivel de Yarché-1.

El análisis se basó en la información florística de 40 parcelas permanentes de 0.25 ha cada una situadas en los tres paisajes fisiográficos dominantes dentro y en los alrededores de la unidad de manejo "San Miguel": 7 en sitios predominantemente planos de la Pasadita [paisaje de planicie], 12 en sitios colinares de San Miguel [paisaje de colinas medias] y 21 en sitios ondulados de Yarché-1 [paisaje plano-ondulado de altura]. Las parcelas quedaron ubicadas en una línea recta cuyos extremos distan unos 15 km.

Siguiendo el criterio florístico para diferenciar los tipos de bosque, mismo que guarda relación con la fisiografía y suelos, todas las PPC fueron sometidas a un análisis de agrupamiento utilizando el parámetro de valor de importancia [ivi], que fue calculado por especies, dentro de cada parcela, con base en información de abundancia [$N = \text{árboles/ha}$] y dominancia [$G = \text{m}^2/\text{ha}$] de árboles con dap \geq a 10 cm. Se trabajó finalmente con 72 especies ya que se siguió el criterio de incluir en el análisis solamente aquellas que ocurren al menos en cinco PPC. Se excluyeron especies escasas que poco aportan en la agrupación.

Para el conjunto de 21 parcelas de Yarché-1 el procedimiento consistió de dos pasos: verificación de la homogeneidad dentro de parcelas respecto a factores de sitio observados en cada subparcela de 10x10 m [pendiente, profundidad del suelo, pedregosidad, drenaje y posición topográfica] y formación de grupos con base en la composición florística. Durante el primer paso se seleccionaron 13 parcelas cada una de las cuales mostró menos heterogeneidad con respecto a los factores de sitio citados. Las restantes fueron eliminadas del análisis ya que reunieron condiciones extremas de sitio. Este paso es fundamental ya que a mayor homogeneidad dentro de parcelas el efecto del sitio es mejor controlado.

Durante el segundo paso y con base en el valor del ivi de las especies dentro de cada PPC, se procedió a hacer el análisis de agrupamiento con subconjuntos de individuos definidos por las siguientes restricciones:

- [a]. 71 especies: individuos con dap \geq 5 cm y ocurrencia en dos PPC y más.
- [b]. 54 especies: individuos con dap \geq 5 cm y ocurrencia en cuatro PPC y más.
- [c]. 53 especies: individuos con dap \geq 10 cm y ocurrencia en tres PPC y más.

La utilización de estos criterios se basó en la idea de analizar posibles diferencias en la agrupación, debidas al límite diamétrico inferior y a la influencia de especies menos abundantes, y como influyen en la diferenciación de tipos de bosque, si es que hay varios.

El programa empleado para procesar la información fue el mulva-4 versión 2.08. El análisis de los dendrogramas y cuadros respectivos permitió caracterizar la vegetación. La similitud entre y dentro de grupos se midió a través del coeficiente de correlación [r] definido por Wildi y Orlóci [1990] de la siguiente manera:

- [r = 1] = máxima similitud
- [r = -1] = máxima disimilitud
- [r = 0] = indiferencia

Finalmente, se verificaron diferencias estadísticas [prueba de Kruskal-Wallis y prueba de F y Duncan para rangos] entre grupos de cada una de las variables de sitio. Las pruebas se realizaron para cada uno de los dendrogramas y el número de grupos comparados se definió en todos los casos hasta un $r=0.61$.

4.8 CARACTERIZACION DE LA VEGETACION ARBOREA DEL SITIO DE ESTUDIO

La caracterización de la vegetación arbórea del sitio de estudio se basó en la medición inicial de las 21 PPC de 0.25 ha cada una, realizada por investigadores de Olafo. La información disponible fue procesada según se muestra en el Cuadro 6.

La información de abundancia y dominancia por especie, grupos de manejo y total fue obtenida utilizando el paquete estadístico SAS y programas elaborados en Dbase³. El ivi fue procesado en hojas de cálculo y con mulva-4 se elaboraron dendrogramas y cuadros que permitieron conocer agrupaciones entre parcelas y especies.

Para la abundancia y dominancia se calcularon estadísticos de dispersión y tendencia central. Según las especificaciones de Scheaffer, Mendenhall y Ott [1986], se utilizó el procedimiento para un muestreo por conglomerados en una etapa. El primer conglomerado está definido por la información a nivel de subparcelas de 10x10 m dentro de las PPC y el segundo conglomerado está definido por la información a nivel de las PPC.

4.9 SITUACION DE LA VEGETACION DESPUES DEL APROVECHAMIENTO MADERERO

El análisis de la composición y estructura del bosque en un momento post-aprovechamiento [1.93 años después] se basó en una nueva medición de las mismas 21 PPC. Se midieron y procesaron algunas de las variables descritas en el Cuadro 6, haciendo una diferenciación de los siguientes grupos de individuos:

- [a]. árboles remanentes sobrevivientes
- [b]. árboles vivos reclutados
- [c]. árboles muertos naturalmente
- [d]. árboles muertos por el aprovechamiento
- [e]. árboles cosechados
- [f]. árboles en proceso de eliminación por envenenamiento a causa del tratamiento de liberación

³ Los programas en Dbase fueron elaborados por Hugo Brenes del Proyecto CATIE-PBN.

Cuadro 6. Variables evaluadas durante la instalación de 21 PPC de Yarché-1 e información obtenida en este estudio durante el procesamiento.

Información disponible	Información obtenida
-Dap [mm]	-Dap máximo por especie [cm]
-Altura total [dm]	-Diámetro medio cuadrático por especie [dg-cm]
-Altura comercial [dm]	-Altura total y comercial máxima por especie [m]
-Calidad de fuste [Hutchinson, 1993]: 1 = actualmente comercial 2 = comercial en el futuro 3 = 6 m aprovechables y el resto no 4 = totalmente deformado 5 = dañado 6 = podrido	-Abundancia [N = árboles/ha]: por especie, por grupo de manejo y total, por clase diamétrica
-Iluminación de copa [modificado de Dawkins, 1958]: 1 = emergente: vertical y lateral 2 = plena vertical 3 = parcial: vertical 4 = oblicua principalmente 5 = únicamente lateral 6 = sin luz directa	-Dominancia [G = m ² /ha]: por especie, por grupo de manejo y total, por clase diamétrica
-Forma de copa [modificado de Dawkins, 1958]: 1 = círculo completo 2 = círculo irregular 3 = medio círculo 4 = menos que medio círculo 5 = solamente pocas ramas 6 = principalmente rebrotes 7 = vivo sin copa	-Frecuencia [%]: por especie con base en 21 PPC
-Presencia de lianas [Hutchinson, 1993]: 1 = no visibles en fuste 2 = sueltas en fuste 3 = apretando fuste combinando cada uno con: 1 = no visibles en copa 2 = 0-50% en copa 3 = > 50% en copa	-Índice de valor de importancia [ivi]: basado en abundancia y dominancia de cada especie.
	-Abundancia por clases de iluminación por grupos de manejo.
	-Abundancia por clases de forma de copa por grupos de manejo
	-Abundancia por clases de calidad de fuste por grupos de manejo
	-Abundancia por clases de infestación de lianas por grupos de manejo.
	-Curva área-especies: para conjuntos de individuos con límite diamétrico inferior creciente a partir de 10 cm
	-Dendrogramas que muestran asociación entre parcelas y entre especies.

Se ha estimado la diferencia entre abundancia y dominancia entre ambos momentos a un nivel global. En esta sección no se detallan aspectos metodológicos ligados a las estimaciones de mortalidad natural, el reclutamiento y mortalidad provocada por el aprovechamiento, ya que son variables de discusión en las secciones de crecimiento arbóreo e impacto del aprovechamiento [4.10.2 y 5.6]

Se calcularon nuevamente los valores de ivi por especie lo cual permitió conocer el impacto del aprovechamiento tanto a este nivel como a nivel de familias botánicas.

4.10 ESTIMACION DEL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO MADERERO

4.10.1 Impacto en superficie

Inicialmente se hizo un levantamiento topográfico del área con el fin de: contar con una superficie adecuada de referencia, confeccionar un mapa de curvas a nivel y ubicar espacialmente cada uno de los ambientes perturbados, es decir, los claros de tumba, los caminos principales, las pistas de arrastre y los patios de acopio.

Con brújula y clinómetro Suunto se tomaron datos de azimut y pendientes, respectivamente, en cada uno de los bordes de Yarché-1, en líneas paralelas espaciadas por 100 m en dirección S-N y en líneas separadas por 250 m en dirección E-O. Asimismo, cada uno de los vértices del Yarché-1 fueron georeferenciados utilizando un posicionador geográfico marca "Geo-explorer" bajo la influencia de 8 satélites. Las lecturas de campo fueron corregidas con la estación base respectiva. Esta información fue procesada con el uso de hojas de cálculo y del programa Surfer.

Para cada uno de los ambientes de perturbación citados arriba fue estimada la superficie y luego fueron ubicados en un mapa. En total se midieron 61 claros de tumba correspondientes a igual número de árboles tumbados durante el aprovechamiento y cuatro patios de acopio. La superficie se estimó en el campo a través del método sugerido por Cordero y Meza [1992b] que consiste en el trazo de una línea central que pasa por el tocón del árbol hasta el final del claro y líneas perpendiculares a ésta a distancias que van de 2 a 4 m según la forma del claro o patio. El área se estima a través de la sumatoria de áreas parciales de los rectángulos formados. La longitud y ancho de las pistas de arrastre y los caminos fueron estimados con base en un levantamiento de cada uno utilizando también brújula y clinómetro Suunto.

En gabinete se procedió a dibujar el mapa con los detalles mencionados y luego fue digitalizado en el sistema de información geográfico Arcinfo. El procesamiento final de las imágenes y el cálculo de superficies se hizo utilizando el sistema de información geográfico Idrisi.

La superficie de los claros estimada con arcinfo y la estimada con el procedimiento de campo [Cordero y Meza, 1992b] es significativamente diferente [$P > t = 0.04$]. En todos los casos los valores de arcinfo son mayores con una diferencia promedio de 35 m² por claro. En los cálculos de superficie afectada se usó el valor mayor para no subestimar las perturbaciones.

4.10.2 Impacto en individuos arbóreos

La evaluación del impacto del aprovechamiento en árboles remanentes se basó en observaciones pre y post-aprovechamiento de 2951 árboles ≥ 10 cm de dap presentes en las 21 PPC al momento de la instalación y medición inicial. En el Cuadro 7 se describen las variables que fueron observadas por investigadores de Olafo durante la medición inicial de las PPC y que se constituyen en la referencia para proceder a la evaluación final. También se presentan los criterios usados en este estudio para calificar la causa y la intensidad de impacto debidas al aprovechamiento y los criterios usados para calificar otras causas de impacto con su respectiva intensidad. El tiempo transcurrido hasta el momento de la evaluación es de 1.7 años.

La información fue procesada con el fin de mostrar impactos por hectárea en términos de abundancia [$N = \text{árboles/ha}$] y dominancia [$G = \text{m}^2/\text{ha}$], de todos los árboles y por grupos de manejo. Se detalla el peso de cada una de las causas y la intensidad del impacto.

4.10.3 Impacto en latizales de individuos arbóreos

Para evaluar los daños en latizales se siguió el mismo procedimiento utilizado en árboles. La comparación pre y post-aprovechamiento se basó en 1150 latizales presentes en 13 subparcelas [B] por cada una de las 21 PPC al momento de la instalación y medición inicial. Las causas e intensidad del daño [exclusivamente del aprovechamiento] evaluados según los criterios del Cuadro 7 se resumen en cuadros globales y por grupos comerciales.

4.11 EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL

4.11.1 Evaluación de la abundancia de latizales y brinzales

Se realizó un análisis de abundancia global, por grupos de manejo, por gremio ecológico y por clases de iluminación de los latizales. Se consideraron las situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero. La información fue recabada en las unidades de medición [B] ya detalladas en la Figura 5 y Cuadro 4.

La evaluación de brinzales se basó en las unidades de medición [C]. Todas ellas quedaron exentas de perturbación directa debido al aprovechamiento por lo que el análisis se orientó a conocer las diferencias de abundancia y composición florística en dos momentos separados por 1.93 años.

Cuadro 7. Información previa y posterior utilizada para la evaluación del impacto del aprovechamiento en individuos arbóreos remanentes.

Información pre-aprovechamiento	Información post-aprovechamiento
<p>1. 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].</p> <p>2. 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].</p> <p>3. Calidad del fuste: árbol actualmente comercial [1]; árbol comercial en el futuro [2]; árbol con 6 m aprovechables y una parte no aprovechable [3]; árbol totalmente deformado [4]; árbol dañado [5]; árbol podrido [6].</p> <p>4. 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].</p> <p>5. 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].</p> <p>6. Causas de daños: ningún daño visible [1]; debido a tormentas [2]; debido a flora y fauna [3]; otros [7].</p>	<p>1. Causas de daño del aprovechamiento: [1] Ningún daño visible; [2] Caída de árbol talado; [3] Apertura o habilitación de caminos. [4] Apertura de pistas de arrastre.</p> <p>2. Intensidad del daño [Hendrison 1990; CATIE, 1993]: [1] Arbol sin daños; [2] Herida menor: cualquier daño pequeño no clasificado en las clases posteriores; [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.</p> <p>3. Otras causas de daño: [1] flora-fauna [2] tormentas, vientos; [3] cosechadores de productos [4] otras.</p> <p>4. Intensidad de otras causas: [1] leve: afecciones leves; [2] media: afección evidente en fuste o copa que interfieren la condición estructural del individuo y el producto; [3] severa: altas posibilidades de morir.</p>

4.11.2 Evaluación de regeneración natural en micrositios perturbados por el aprovechamiento

La evaluación de la regeneración en micrositios de perturbación fue realizada en un momento equivalente a 1.1 años después de finalizado el aprovechamiento maderero. Siguiendo indicaciones acerca del tamaño de parcelas [Rico y Gómez-Pompa 1976; Kartawinata *et al.* 1981; Melo 1993], se recopiló información de plántulas y brinzales en 81 unidades de medición de 3x3 m ubicadas en claros de tumba, patios de acopio, pistas de arrastre y en bosque con menos perturbación. En cada parcela evaluada además de registrar información a nivel de individuos se evaluó la fase de regeneración del sitio y cuando fue el caso, se registró el área de claros, patios de acopio y anchos de pista. La distribución de las unidades de medición y las variables evaluadas se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Distribución de unidades de medición y variables evaluadas en individuos de regeneración en diferentes ambientes perturbados en Yarché-1.

SITIOS:	Claro	Patios de acopio	Pistas arrastre	Bosq. men.int.
No. UNID. MED.:	31	12	18	20
SUPERFICIE [m ²]:	279	108	162	180
VARIABLES DE PLANTULAS	Definición: individuos con altura entre 10 y < 30 cm -Especie -Número de individuos			
VARIABLES DE BRINZALES	Definición: Individuos con altura \geq 30 cm y dap < 5 cm -Especie -Altura total: desde el nivel del suelo al ápice -Condición de iluminación			
VARIABLES DE <i>Chamaedorea spp</i>	-Especies -Altura total -Número de hojas aprovechables -Condición de iluminación			
VARIABLES DE <i>Desmoncus spp</i>	-Especies -Clase de desarrollo de la planta [regeneración, juvenil. adulta] -Origen de la planta [semilla. rizoma] -Condición de iluminación			
VARIABLES DE SITIO	-Fase de regeneración en la parcela -Superficie de claro, patio de acopio o ancho de pista de arrastre			
DESCRIPCION DE VARIABLES	Fase de regeneración: Claro [1]: Cuando la proyección vertical de la apertura del bosque desciende del dosel hasta 2 m sobre el suelo o menos [Brokaw 1990] Reconstrucción [2]: Cuando la vegetación del sitio es mayor de 2 m pero está por debajo del promedio del nivel del dosel del bosque. Madurez [3]: Sitios con la vegetación de máxima altura. al menos igual a la altura promedio del dosel del bosque circundante. Esta fase se identificará en el bosque no aprovechado a fin de establecer comparaciones entre las fases anteriores. Condición de iluminación [Dawkins y Field (1978), modificada por Clark y Clark (1987): Indice 5 [CCE]: Copa completamente expuesta [sin copas vecinas dentro del cono invertido de 90° que incluye la copa del árbol]. Indice 4 [PLA]: Plena luz de arriba [Se estima que \geq 90% de la copa recibe luz vertical directa]. Indice 3 [ALA]: Alguna luz de arriba [Se estima que 10-90% de la copa recibe luz vertical directa] Indice 2 5 [LLA]: Luz lateral alta Indice 2 0 [LLM]: Luz lateral moderada Indice 1 5 [LLB]: Luz lateral baja Indice 1 0 [NLD]: Ninguna luz directa			

El análisis de la información estuvo orientado por los siguientes propósitos:

[a]. Conocer la proporción de las especies de interés para el manejo que se regeneran en sitios con diferente grado de perturbación.

[b]. Conocer la estructura de tamaños y la distribución de frecuencias de la vegetación arbórea, en cada uno de los sitios perturbados.

Inicialmente se hizo un análisis global de la abundancia incluyendo la totalidad de las parcelas evaluadas, lo cual permitió conocer: la proporción de las especies de interés respecto al total y preferencias en las condiciones relativas de iluminación y las especies que son frecuentes en un rango amplio de condiciones de iluminación relativa.

A nivel de sitios se evaluó la abundancia global, por grupos de manejo y por gremio ecológico. En todos los casos se hizo un análisis de la abundancia por clases de altura y se construyeron tablas de frecuencias haciendo comparaciones con la distribución de frecuencias de Raunkiaer.

Finalmente se hizo un análisis general de la abundancia por grupos de manejo y gremio ecológico de plántulas evaluadas en las 81 unidades de medición de 9 m².

4.12 ESTUDIO DEL CRECIMIENTO ARBOREO

El estudio se basa en dos mediciones sucesivas realizadas en el conjunto de árboles ≥ 10 cm de dap presentes en 21 PPC. 12 de las 21 PPC fueron instaladas en agosto de 1993 y las nueve restantes en febrero de 1994. Las mediciones finales fueron realizadas en septiembre de 1995 por lo que se tienen intervalos entre

mediciones de 1.93 y 1.4 años respectivamente. Por presentar escasa similitud florística con el resto, la PPC 340 fue eliminada de los análisis [secciones 5.1 y 5.2], quedando dos conjuntos de PPC de 11 y 9 respectivamente.

Los incrementos durante el período para cada conjunto de parcelas fueron transformados en incrementos medios anuales. Con una prueba de medias independientes se determinó que no existe significancia estadística entre los incrementos de los árboles individuales para los dos grupos de parcelas [$P > T = 0.08$] por lo que el análisis está basado en los incrementos medios anuales de 20 PPC de 0.25 ha cada una.

Después de un proceso de revisión y depuración de las mediciones, fueron eliminados aquellos incrementos que estuvieron fuera del rango de -4 a 1.8 mm anuales. Además fueron eliminados todos los registros correspondientes a la palma botan [*Sabal* spp], quedando un total de 2249 árboles con dap mínimo de 10 cm.

A pesar de que el bosque donde están ubicadas las PPC fue sujeto de un aprovechamiento, la intervención registrada en 16 de ellas por la cosecha o por la caída de árboles dentro o por el paso de camino o pista de arrastre, sigue siendo localizada y no dirigida con fines silvícolas. Asimismo, el tratamiento de liberación aplicado en 12 de las PPC no es tomado en consideración en los análisis ya que las observaciones de individuos envenenados al momento de la medición última [este estudio], apenas mostraron efectos muy leves ligados al marchitamiento del follaje, es decir, la situación de los individuos deseables seleccionados, respecto a la iluminación, era prácticamente la misma que antes de tal intervención. Por lo tanto, los resultados aquí presentados son validos para un bosque sin tratamiento silvicultural.

En el Cuadro 9 se detallan las variables ligadas al estudio de crecimiento, evaluadas por investigadores de Olafo-PBN [CATIE, 1993] durante la instalación de las PPC y las evaluadas en este estudio durante la medición última. Algunas de las variables ya han sido detalladas en el Cuadro 5.

El procesamiento de la información estuvo orientado por los siguientes propósitos:

- [a]. Conocer tendencias respecto a la mortalidad y el reclutamiento arbóreo.
- [b]. Conocer tendencias respecto a la magnitud, la variación y la distribución de los incrementos diamétricos y el área basal de los árboles de futura cosecha.
- [c]. Conocer tendencias respecto a la asociación que existe entre los factores intrínsecos [tamaño, sanidad, gremio ecológico, y forma de copa] y ambientales [iluminación de copa e incidencia de lianas] y los incrementos diamétricos y en área basal.
- [d]. Identificar la existencia de grupos de especies definidos por la distribución de los incrementos diamétricos.

La evaluación de la mortalidad se hizo a nivel de dos conjuntos de individuos: los latizales y los árboles con $\text{dap} \geq 10$ cm. En ambos casos se involucra en el análisis el gremio ecológico y la clase diamétrica expresando la mortalidad en porcentajes anuales y en términos absolutos.

Cuadro 9. Variables evaluadas en parcelas permanentes de control para estudios de crecimiento diamétrico y en área basal.

Información disponible	Información este estudio
-Especie	-Especie
-Dap [mm]: según marca permanente en el fuste	-Dap [mm]: según marca permanente en el fuste
-Iluminación de copa [modificado de Dawkins, 1958]	-Forma de copa [Synnott, 1979]: 1: Perfecta 2: Buena 3: Tolerable 4: Pobre 5: Muy pobre 6: Vivo sin copa
-Calidad de fuste [Hutchinson, 1993]	-Iluminación de copa [Cuadro 8]
-Forma de copa [modificado de Dawkins, 1958]:	-Infestación de lianas en copa [Clark y Clark, 1990]: 1: 0% 2: 1-25% 3: 26-50% 4: 51-75% 5: 76%-100
-Infestación de lianas [Hutchinson, 1993]	-Lianas en fuste 1: Fuste sin influencia de lianas 2: Fuste afectado levemente por la presencia de lianas 3: Fuste afectado severamente por la presencia de lianas
	-Identidad del individuo [Hutchinson, 1993]
	-Calidad de fuste [Hutchinson, 1993]
	-Intensidad de daños [Cuadro 7]
	-Grupo ecológico [Finegan, 1993b] HD: heliófitas durables HE: heliófitas efímeras EP: esciófitas parciales NC: no conocido
	-Grupo comercial: PM: primarias maderables SconU: secundarias con uso SsinU: secundarias sin uso Ter: terciarias PnoM: primarias no maderables

En el análisis de reclutamiento se consideraron los límites diamétricos inferiores definidos por estos mismos conjuntos de individuos. Respecto a los propósitos [b] y [c], se realizó un análisis básico siguiendo recomendaciones de varios autores [Alder, 1983; Siteo, 1992; Finegan, 1993a; Alder, 1995], que consistió en la estimación de incrementos considerando diferentes conjuntos de individuos: árboles de todas las especies distribuidos por clase diamétrica, árboles de especies heliófitas y esciófitas distribuidos por clase diamétrica y especies individuales de interés. Además se

realizaron comparaciones entre grupos de individuos heliófitos y esciófitos diferenciados por clases de forma y exposición de copa. Para verificar la significancia estadística entre las diferencias observadas se condujo una prueba no paramétrica de Mann-Whitney.

En cada caso se estimaron estadísticos de dispersión y tendencia central, poniendo especial atención a los valores medios, medianos, de variación, sesgo y rango de los incrementos. Los análisis de correlación entre incrementos y todas las variables intrínsecas y ambientales evaluadas permitieron conocer, en cierta medida, la influencia que tienen estos factores en la variación de los incrementos. En ambos casos se utilizaron procedimientos del paquete estadístico SAS [proc univariate y proc corr Spearman].

Respecto al propósito [d], se realizaron análisis cluster y discriminante canónico para verificar la existencia de grupos de especies que comparten un mismo patrón de distribución de los incrementos. Para el análisis se tomaron los valores de incremento de cuatro cuartiles estadísticos calculados con el procedimiento univariate de SAS: el cuartil 100% [incremento máximo], el cuartil 75%, el cuartil 50% [incremento mediano] y el cuartil 25%. El análisis cluster permitió identificar los grupos y el análisis discriminante canónico permitió identificar las razones de formación de estos. En este análisis se involucraron 39 especies; aquellas de los grupos PM, SconU y PnoM con un mínimo de cinco individuos y de los grupos SsinU y Ter con un mínimo de diez individuos.

4.13 EVALUACIONES EN BAYAL [*Desmoncus spp*]

4.13.1 Caracterización de la población

Aunque el propósito central del estudio es evaluar el impacto del aprovechamiento maderero en la población del bayal, hay aspectos poco conocidos de esta población cuyo esclarecimiento es necesario para diseñar una propuesta de manejo diversificado del bosque. Por esta razón, los estudios desarrollados consideraron los siguientes propósitos:

- [a]. Conocer la distribución espacial.
- [b]. Conocer la relación entre la abundancia y algunos factores microambientales.
- [c]. Caracterizar la población en términos de estructura, sanidad y disponibilidad de producto aprovechable
- [d]. Evaluar el impacto del aprovechamiento maderero en la abundancia y estructura poblacional.
- [e]. Evaluar el conjunto de variables medidas a fin de definir aquellas a ser consideradas tanto en levantamientos temporales de este recurso como en ensayos permanentes.

Para el efecto, se realizaron mediciones pre- y post- aprovechamiento en todas las parcelas [B] de 100 m² en cada una de las 21 PPC. Sobre la situación previa se cuenta únicamente con información de abundancia a nivel de cada parcela [Chinchilla, 1994; Marmillod *et al.*, 1994]. Para la situación posterior al aprovechamiento se evaluaron variables a tres niveles: parcela, planta y tallo. La unidad menor de evaluación fue el tallo y en cada uno de ellos se hicieron observaciones del conjunto de variables descritas en el Cuadro 10. Dependiendo de los propósitos fue necesario procesar variables a nivel de tallos, planta o parcela. Esto implicó hacer transformaciones de la información desde el nivel inferior hacia los siguientes.

La distribución espacial se evaluó inicialmente ajustando una distribución binomial negativa y calculando el parámetro de distribución "K" cuyo valor es inverso a la aglomeración de los individuos. Posteriormente se realizó una prueba de χ^2 de bondad de ajuste para determinar si la distribución espacial de las macollas se ajusta a una distribución de probabilidades de Poisson que corresponde a un patrón espacial aleatorio, o a una distribución de probabilidad binomial negativa que corresponde a un patrón espacial aglomerado [Ferreira, 1994; Mateucci y Colma, 1982]

Para evaluar la influencia de factores de sitio en la abundancia y la distribución del bayal se realizó un análisis de conglomerados involucrando variables observadas a nivel de subparcela [B] de 100 m²: abundancia total de plantas, profundidad del suelo, drenaje, pedregosidad y pendiente. Se utilizó el método Ward de SAS y el procedimientos Corr-Spearman para identificar la asociación entre variables.

La caracterización estructural tanto de las macollas de bayal como de la población se realizó con base en cálculos de frecuencias. Las estimaciones se realizaron considerando el conjunto de parcelas de la muestra y por grupos de parcelas [con y sin perturbación evidente del aprovechamiento]. En ambos casos los resultados se expresan a nivel de hectárea. Para concluir sobre el impacto del aprovechamiento se hizo énfasis en las variables de abundancia y distribución espacial haciendo las comparaciones respectivas entre las situaciones pre y post- aprovechamiento.

4.13.2 Estudios de crecimiento

Para estudiar el comportamiento de algunas de las variables evaluadas a nivel poblacional, tanto en sitios de perturbación provocados por el aprovechamiento como en bosque poco perturbado, se procedió de la siguiente manera:

Se retomaron 32 plantas de bayal que habían sido marcadas 1.6 años atrás con fines de medición permanente de longitud de 51 tallos de diferente clase de tamaño.

Se ubicaron y marcaron 65 nuevas plantas de bayal a principios del mes de marzo. A partir de esta fecha se les dio un tratamiento uniforme al conjunto de 97 plantas [32 + 65] haciendo énfasis en dos aspectos:

Cuadro 10. Variables disponibles pre-aprovechamiento, evaluadas en este estudio y procesamiento realizado en *Desmoncus* spp.

Información disponible [Pre-aprovechamiento]	Información procesada
<p>Por subparcelas [B] de 100 m²:</p> <ul style="list-style-type: none"> -No. de tallos por clases de tamaño -No. de plantas por clase de desarrollo -No. de tallos aprovechables 	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura poblacional por clases de desarrollo de la planta -Estructura de las plantas por clase de desarrollo -Patrón de distribución espacial
Información este estudio [Post-aprovechamiento]	Información procesada
<p>A nivel de tallo</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tipo de tallo [clase de tamaño] <ul style="list-style-type: none"> 1: retoño: < 100 cm de largo 2: tierno: 100 < 500 cm de largo 3: maduro: ≥ 500 cm de largo -Soporte de tiernos y maduros: [1] con [2] sin soporte -Aprovechabilidad de tallos maduros [vejez, torceduras, rajaduras, diámetro]: [1] aprovechable [2] no aprovechable -Sanidad de tiernos y maduros: [1] sano [2] dañado -Causas de daño: <ul style="list-style-type: none"> 1: ningún daño 2: aprovechamiento forestal 3: cosechadores de productos 4: fauna/flora 5: otras -Intensidad del daño <ul style="list-style-type: none"> 1: leve 2: medio 3: moderado 4: muerto -Condición de iluminación 	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura de la población por clase de desarrollo de las plantas [criterio productivo] [adaptado de Marmillo et al., 1994 y Chinchilla, 1994] <ul style="list-style-type: none"> 1: Regeneración insegura: tallo más largo es < 0.5 m 2: Regeneración establecida: tallo más largo es ≥ 0.5 m y ≤ 1 m. 3: Juveniles: tallos de 1 a < 5 m 4: Adultos en crecimiento: tallos ≥ 5 m y al menos un tallo retoño o tierno 5: adultos en reposo: solamente tallos ≥ 5 m -Estructura de las plantas por clase de desarrollo -[%] de tallos sanos y dañados de la población -Frecuencia de causas e intensidad de daño en la población -[%] de tallos aprovechables en la población y en subpoblación productiva -[%] de tallos con soporte en subpoblaciones juvenil y adulta -Distribución de frecuencias de tallos por clase de iluminación -Índice de soporte por planta [iso] $iso = \frac{[No. tallos con sop]}{[No. total de tallos]} * 100$ -Índice de aprovechabilidad por planta [ia] $ia = \frac{[No. tallos aprovechables]}{[No. total de tallos]} * 100$ -Índice de sanidad por planta [isa] $isa = \frac{[No. tallos sanos]}{[No. total de tallos]} * 100$
<p>A nivel de planta</p> <ul style="list-style-type: none"> -Origen de la planta: <ul style="list-style-type: none"> 1: semilla 2: rizoma -Diámetro basal [cm] 	<ul style="list-style-type: none"> -Abundancia [N = indiv/ha] por clases de desarrollo total y por grupos de parcelas con y sin perturbación -Distribución espacial: según resultados de las pruebas de χ^2 para distribuciones Poisson y binomial negativa -Parámetro de aglomeración "K". $[mnpp]^2$ $K = \frac{varianza}{mnpp} \text{ donde;}$
<p>A nivel de subparcela</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ambiente de perturbación: [ver sección 4.10.1] -Fase de regeneración [ver Cuadro 8] -Profundidad del suelo -Drenaje -Pedregosidad -Pendiente dominant 	<ul style="list-style-type: none"> -Dendrograma que muestra la asociación entre la abundancia y las variables microambientales

[a]. **Longitud de tallos:** en las nuevas plantas se marcaron un total de 82 tallos de diferente clase de tamaño con fines de medición de longitud. Para los tallos maduros se hizo una medición inicial y otra final, mientras que para tallos retoños y tiernos se hizo una medición inicial, una o más intermedias cuando ocurrió cambio en la categoría de tallo y una medición final. De esta forma, la variable longitud, se logró controlar durante un período de 2.19 años en un conjunto de 51 tallos y durante un período de 0.54 años en el resto de los tallos.

[b]. **Dinámica de desarrollo:** para el conjunto de 97 plantas se realizó un medición inicial y una final, durante un período de 0.7 años, considerando todas las variables de tallo y de planta del Cuadro 10. Mensualmente se hicieron observaciones en cada planta para controlar la dinámica de rebrotación, cambio en la categoría de tallo o muerte, consecuentemente, fue posible registrar cambios en la clase de desarrollo de la planta.

Las 65 plantas fueron ubicadas tratando de que el conjunto de 97 abarcara diferentes condiciones relativas de iluminación [según Clark y Clark, 1988], para lo cual, fue necesario localizarlas en claros, caminos, patios de acopio y bosque poco perturbado. En el Cuadro 11 se resume la información sobre este ensayo.

Cuadro 11. Información sobre el dispositivo experimental de *Desmoncus* spp instalado en Yarché-1 con fines de evaluar crecimiento.

Fecha de instalación y de medición final	Años	Número de plantas	Número de tallos marcados para control de longitud	Clases de desarrollo			
				Regeneración	Juveniles	Adultas en crecimiento	Adultas en reposo
[32 plantas] Jul-1993 Dic-1995	2.19 [*] 0.7 ^{**}	32	51	1	6	20	5
[65 plantas] Mar-1995 Dic-1995	0.54 [*] 0.7 ^{**}	65	82	13	33	18	1
TOTAL		97	133	14	39	38	6

[*]Años para control de longitud de tallos y [^{**}] para control de dinámica en la clase de desarrollo

El procesamiento de la información para los datos de longitud, consistió en la estimación de tasas mensuales de crecimiento, mismas que fueron correlacionadas con diferentes variables: condición de iluminación, clase de tamaño de tallo y clase de desarrollo de la planta. Además, se realizó análisis de varianza utilizando como factores la clase de tamaño de tallo y la condición de iluminación y como variable de respuesta la tasa de crecimiento mensual. Las medias se compararon con Duncan. En este análisis, la variable dependiente fue normalizada utilizando una transformación angular [$y = \arcsin(x)$].

Los ensayos dinámicos se procesaron haciendo énfasis en el cambio en la clase de desarrollo de la planta y en la clase de tamaño de tallos, muerte y rebrotación. Estas variables se correlacionaron con la condición de iluminación, la clase de desarrollo inicial, el número total de tallos y el diámetro basal de la planta.

4.14 EVALUACIONES EN XATE [*Chamaedorea elegans*] Y EN JADE [*Chamaedorea oblongata*]

4.14.1 Caracterización de la población

Con este recurso se siguieron los mismos propósitos señalados para el bayal [sección 4.13], a saber:

- [a]. Conocer la distribución espacial de la especie
- [b]. Conocer la relación entre la abundancia y algunos factores microambientales.
- [c]. Caracterizar la población en términos de estructura, sanidad y disponibilidad de producto aprovechable
- [d]. Evaluar el impacto del aprovechamiento maderero.
- [e]. Evaluar el conjunto de variables medidas a fin de definir aquellas a ser consideradas tanto en levantamientos temporales de este recurso como en ensayos permanentes.

La información pre y post aprovechamiento fue recabada en subparcelas [C] de 25 m² ubicadas en 5 subparcelas [B] de cada una de las 21 PPC [ver detalle en la Figura 5 y Cuadro 4]. Sobre la situación previa se utilizó información de abundancia a nivel de cada unidad de medición [CATIE, 1993; Ceballos, 1994]. Mientras que para la situación posterior al aprovechamiento se evaluaron variables a dos niveles: parcela y planta. La unidad menor de evaluación fue la planta y en cada una de ellas se hicieron observaciones del conjunto de variables descritas en el Cuadro 12. Fue necesario procesar variables a nivel de planta y parcela.

La distribución espacial se evaluó según el procedimiento descrito para el caso del bayal arriba citado [sección 4.13.1].

Las estimaciones se realizaron considerando el conjunto de parcelas de la muestra y por grupos de parcelas [con y sin perturbación evidente del aprovechamiento]. En ambos casos los resultados se expresan a nivel de hectárea.

Para evaluar el comportamiento de la abundancia y distribución de xate y jade en función del sitio se realizó un análisis de conglomerados involucrando variables observadas a nivel de subparcela [C] de 25 m²: abundancia total de plantas, profundidad del suelo, drenaje, pedregosidad y pendiente. Se utilizó el método Ward de SAS.

Cuadro 12. Variables disponibles pre-aprovechamiento, evaluadas en este estudio y detalle del procesamiento realizado en *Chamaedorea* spp.

Información disponible [Pre-aprovechamiento]	Información procesada
<p>Por subparcelas [C] de 25 m²</p> <ul style="list-style-type: none"> -Número de plantas por clase de tamaño -Número de plantas productivas -Número de plantas reproductivas 	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura poblacional por clases de altura -Estructura productiva de la población -Estructura reproductiva de la población -Distribución espacial
Información este estudio [Post-aprovechamiento]	Información procesada
<p>A NIVEL DE PLANTA</p> <ul style="list-style-type: none"> -Especie -Altura total [cm] -No. de hojas vivas -No. de hojas aprovechables -No. de hojas recién cortadas -Número de folíolos de la hoja mas joven enteramente desarrollada -Color dominante del follaje: [1] verde oscuro [2] verde claro [3] verde amarillento -Condición de iluminación -Estado reproductivo: [1] presencia de inflorescencias o infrutescencias, aún solo vestigios [2] No hay ni siquiera vestigios -Hoja en formación: [1] presencia [2] ausencia -Estado de cosecha: [1] cosechable: posee hojas aprovechables o evidencia de haber sido cosechada recientemente [2] no posee hojas aprovechables ni evidencia de cosecha <p>A NIVEL DE SUBPARCELA [25 m²]</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ambiente de perturbación: [sección 4.10.1] -Fase de regeneración [ver Cuadro 8] -Profundidad del suelo -Drenaje -Pedregosidad -Pendiente dominante [%] 	<ul style="list-style-type: none"> -Estructura de tamaños de la población: distribución de frecuencias del número de individuos por clase de tamaño -Distribución de plantas con órganos reproductivos por clase de tamaño -Distribución de plantas de cosecha por clase de tamaño -Arquitectura de las plantas: cantidad de hojas por clase de tamaño -Distribución de frecuencias del número de plantas por clase de iluminación -Correlación entre la coloración del follaje y la clase de iluminación -Correlación entre la fase de regeneración y la abundancia por parcela -Distribución espacial: según resultados de las pruebas de χ^2 para distribuciones Poisson y binomial negativa -Correlaciones entre abundancia y factores microambientales a nivel de subparcela

Para concluir sobre el impacto del aprovechamiento se hizo énfasis en las variables de abundancia y distribución espacial haciendo las comparaciones respectivas entre las situaciones pre y post-aprovechamiento.

4.14.2 Estudio de crecimiento

Para estudiar el comportamiento de algunas de las variables evaluadas a nivel poblacional, tanto en sitios de perturbación provocados por el aprovechamiento como en bosque poco perturbado, se procedió de la siguiente manera:

- [a]. Se retomaron 51 plantas [26 de *C. elegans* y 25 de *C. oblongata*] que habían sido marcadas 2.08 años atrás de la última medición realizada en este estudio [noviembre de 1993 a diciembre de 1995].
- [b]. Se ubicaron y marcaron 106 nuevas plantas [60 de *C. elegans* y 46 de *C. oblongata*] a mediados del mes de febrero de 1995.

A partir de esta fecha [feb-1995] se les dio un tratamiento uniforme al conjunto de 157 plantas [106 + 51] haciendo énfasis en la dinámica de producción de follaje y el efecto de la cosecha. Se realizaron mediciones mensuales considerando todas las variables de planta detalladas en el Cuadro 12.

Las 106 nuevas plantas fueron ubicadas tratando de que el conjunto de 157 abarcara diferentes condiciones relativas de iluminación [según Clark y Clark, 1988], para lo cual fue necesario localizarlas en claros, caminos, patios de acopio y bosque poco perturbado. En el Cuadro 13 se resume la información sobre este ensayo.

Todos los análisis se realizaron considerando únicamente la información recabada en este estudio [febrero-diciembre-1995, equivalente a un período de 9.96 meses].

Los ensayos dinámicos se procesaron haciendo énfasis en el balance entre la cosecha, muerte y la producción de hojas. Estas variables se correlacionaron con la condición de iluminación, la clase de altura inicial y el número total de hojas.

Se realizó un análisis de agrupamiento considerando además de las variables anteriores, el tiempo necesario para formar una nueva hoja y el intervalo entre la hoja formada y el inicio de la siguiente. Para ello se realizaron pruebas de agrupamiento [Proc cluster de SAS] y análisis discriminante canónico [Proc discrim de SAS] a fin de identificar las variables más influyentes en las agrupaciones.

Cuadro 13. Información sobre el dispositivo experimental de *Chamaedorea* spp instalado en Yarché-1 con fines de evaluar crecimiento.

Fecha de instalación y de medición final	Años	No. DE PLANTAS	Clases de altura de las plantas [<i>C. elegans</i> / <i>C. oblongata</i>]					
			[0-25]	[26-50]	[51-75]	[76-100]	[101-125]	[> 125]
[51 plantas] Nov-1993 Dic-1995	2.08	51	05 03	07 06	07 03	03 03	02 05	01 06
[106 plantas] Feb-1995 Dic-1995	0.83	106	03 09	17 09	21 20	05 15	00 05	00 02
TOTAL		157	08 12	24 25	28 23	08 18	02 10	01 08

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 UBICACION DE YARCHE-1 EN RELACION A LAS COMUNIDADES BOSCOSAS DE LA ZONA

El criterio florístico empleado para el análisis muestra tres grandes grupos de parcelas que corresponden [a excepción de la 340] con los conjuntos originales de parcelas de cada paisaje fisiográfico: el primero con las 7 de La Pasadita, el segundo con 20 de Yarché-1 y el tercero con 12 parcelas de San Miguel y la 340 de Yarché-1 [Figura 6].

El grupo 1 [planicie de La Pasadita] resulta ser bastante indiferente con los otros ya que se fusionan a la altura de un valor de r cercano a cero. Los otros dos grupos [Yarché-1 y San Miguel] se fusionan a una altura de 0.17 en el valor de r .

Dentro de grupos [paisajes fisiográficos] el nivel de fusión mínimo es de $r=0.6$, lo cual sugiere una importante similitud florística definida por las condiciones locales del sitio.

En términos de paisaje fisiográfico, La Pasadita es predominantemente plano [pendientes máximas de 20% y suelos relativamente profundos [$>$ de 40 cm]. Yarché-1 es un sitio inclinado pero no extremo, con frecuentes ondulaciones, suelos medianamente profundos [15-40 cm], 5-55% de pendiente, la profundidad del horizonte superficial va de 15-30 cm, el drenaje es bueno o moderado pues el agua se elimina con facilidad pero no rápidamente y la pedregosidad es moderada. Menos frecuentes son los micrositos de altas pendientes [$>$ de 55%] escasa profundidad del suelo [$<$ de 15 cm] y altamente pedregosos. Estas últimas características son típicas de la PPC 340.

San Miguel es un paisaje colinar con una dominancia de altas pendientes y relativamente más pedregosos. Por esta razón, la PPC 340 fue más afín a este grupo. La similitud florística entre esta parcela y el grupo, está expresada en un valor de fusión de $r=0.49$.

Del análisis del dendrograma [Figura 6] y de la matriz de vegetación [Anexo 1] es posible resumir la información en los siguientes términos:

[a]. Son más significativas las diferencias entre estos tres paisajes que dentro de ellos, ya que cada uno de los conjuntos de parcelas se fusionaron con una similitud florística expresada en un valor mínimo de $r=0.6$.

[b]. No obstante la diferenciación de los tres grandes grupos de vegetación, hay un conjunto de especies arbóreas que se distribuyen en la zona independientemente de estos paisajes fisiográficos, es decir, aparecen en todas las condiciones de sitio con valores similares de ivi . Las especies son: *Pseudolmedia* sp., *Pouteria durlandii*, *Pouteria campechiana*, *Sabal* spp., *Aspidosperma* sp., *Blomia* sp., *Vitex* sp. y *Manilkara* sp.

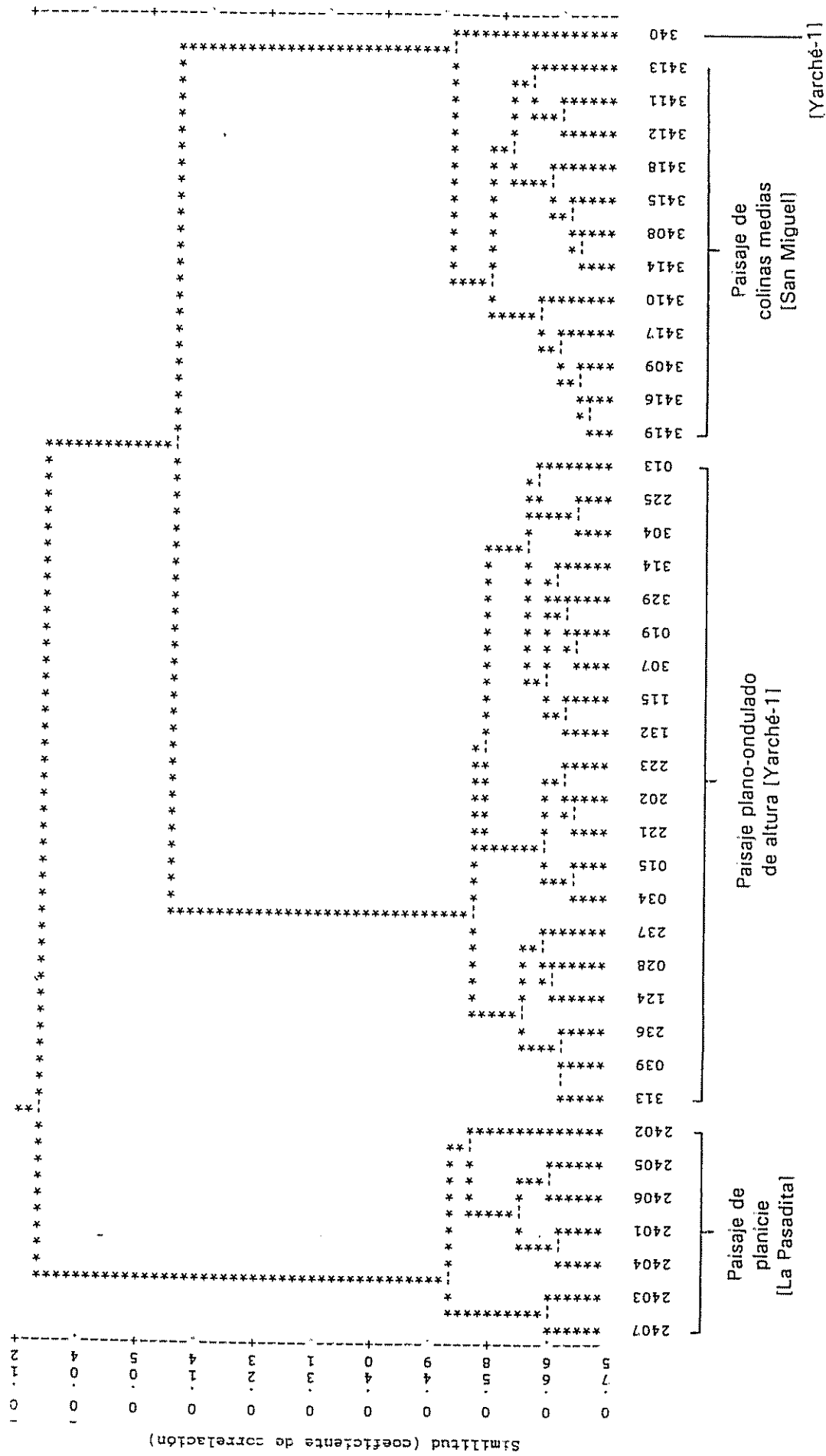


Figura 6. Dendrograma de la vegetación arbórea de 40 parcelas permanentes de control instaladas en tres paisajes fisiográficos de Petén. [especies con dap \geq 10 cm y ocurrencia en 5 parcelas y más].

[c]. Existen especies que ocurren más frecuentemente en un sitio y son escasas en los otros; posiblemente son las que contribuyen en las diferencias a nivel de paisajes. En sitios planos de la pasadita *Brosimum alicastrum*, *Hirtella* sp. y *Protium copal*; en sitios colinares de San Miguel *Pseudobombax* sp., *Calophyllum* sp. y *Dendropanax* sp. y en las ondulaciones de Yarché-1 *Brosimum costaricanum*.

La similitud [expresada en valores de r] de la vegetación de estos 3 sitios forestales parece respaldar la existencia de diferentes tipos de bosque, cada uno de los cuales muestra ciertas particularidades en la vegetación, misma que guarda relación con los ambientes edáfico y fisiográfico.

A pesar de que la ubicación de las 40 PPC no obedeció a objetivos ligados a la identificación de tipos de bosque, el análisis anterior muestra la influencia del sitio [fisiográfica-edáfica] en la composición florística de una región. Por otro lado, es razonable pensar en la necesidad de un mayor número de parcelas situadas con fines específicos relacionados con la identificación de tipos de bosque.

5.2 CARACTERIZACION DE LA VEGETACION ARBOREA DE YARCHE-1

5.2.1 Tipos de bosque

Aunque las 21 PPC de Yarché-1, tampoco se situaron con miras a identificar tipos de bosque, se siguió un proceso para verificar las tendencias al respecto. El procedimiento seguido consistió de dos pasos: verificación de la homogeneidad dentro de PPC respecto a factores de sitio observados en cada subparcela de 10x10 m [selección de 13 PPC] [Anexo 2] y formación de grupos con base en la composición florística. Tal como se indicó en la sección metodológica respectiva [4.7] este segundo paso se aplicó a conjuntos de individuos definidos por las restricciones: límite diamétrico inferior y frecuencia de las especies entre las PPC.

Los resultados muestran diferencias en la forma de los dendrogramas según se emplee uno u otro criterio de agrupación. Los dendrogramas obtenidos se presenta en la Figura 7 y la matriz de vegetación del primero de ellos, en el Anexo 3.

Independientemente del criterio de agrupación, la similitud máxima de las parcelas está alrededor de $r=0.7$. Así mismo, la PPC 340 se fusiona con el resto de PPC a un altura que va de $r=0.47$ a $r=0.52$. Excluyendo la PPC 340, los grupos tienen una similitud de $r=0.6$ en el dendrograma A [2 grupos]; $r=0.55$ en el dendrograma B [2 grupos] y $r=0.57$ en el dendrograma C [2 grupos]: Con una similitud mínima de $r=0.61$ e incluyendo las 13 PPC, se separan cuatro grupos [dendrograma A], tres grupos [dendrograma B] y 5 grupos [dendrograma C].

Las PPC 202, 221, 223 y 34 quedaron muy relacionadas en los tres dendrogramas; todas ellas presentan desde microondulaciones hasta laderas medianamente pronunciadas. Las PPC 28, 236, 124 y 237 también tienden a mantenerse unidas y ellas se caracterizan por las menores pendientes, poca pedregosidad, escaso drenaje y la profundidad del suelo puede superar 60 cm.

A pesar de la diferenciación de grupos dentro de cada dendrograma, la vegetación, a nivel de parcelas permanentes, parece ser bastante homogénea. La similitud, incluso con la parcela 340, es debida a la presencia de unas 13 especies que se establecen en un rango amplio de estas condiciones, mientras que las diferencias son debidas a especies poco distribuidas que solo ocurren en los micrositos menos frecuentes.

Aunque la parcela 340 no sustenta especies exclusivas, se evidencia cierta dominancia de algunas: *Metopium* sp., *Spondias* sp. y *Eugenia capuli*. Las 13 especies distribuidas en todas las condiciones son: *Blomia* sp., *Protium* sp., *Manilkara zapota*, *Pouteria amygdalina*, *Pseudolmedia* sp., *Pouteria durlandii*, *Pouteria campechiana*, *Brosimum costaricanum*, *Aspidosperma* sp, *Sabal* spp., *Alseis* sp, *Cupania macrophylla* y *Guarea tonduzii*.

En los cuadros 14, 15 y 16 se presentan los resultados de las comparaciones entre grupos, de cada factor de sitio y para cada dendrograma. Los dendrogramas [A] y [C] muestran fundamentalmente diferencias no significativas, mientras que en el dendrograma [B] las variables difieren significativamente entre grupos [Kruskal-Wallis al 95% de confianza]. Quizá el dendrograma [B] es el que mejor explica la influencia del sitio, sin embargo, las diferencias entre las medias no son absolutas [Duncan al 95%].

A pesar de las diferencias existentes entre la PPC 340 y el resto, establecidas en las condiciones dominantes de sitio, se considera que Yarché-1 sustenta un solo tipo de bosque. Los elementos que apoyan esta afirmación se resumen a continuación:

[a]. El valor mínimo de similitud entre grupos es de $r = 0.55$

[b]. Las diferencias en las agrupaciones cuando se modifica el número de especies que se incluye en el análisis [según límite diamétrico y frecuencia entre parcelas] es un indicador de la falta de solidez en las agrupaciones.

[c]. Las comparaciones entre grupos de la variables de sitio no muestran diferencias absolutas.

Ya que existe una condición dominante de sitio en términos de extensión y que 12 PPC establecidas en él tienen una similitud mínima expresada en un $r = 0.55$, es válido decir que la presencia de un solo tipo de bosque relativamente homogéneo da consistencia a los resultados de las investigaciones que aquí se ejecutan.

Cuadro 14. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma A. [Kruskal-Wallis y prueba de Duncan para rangos con 95% de confianza].

Grupo	[n]	profundidad del suelo	drenaje	pedregosidad	pendiente [%]	posición topográfica
4	1	1.0 a	5.3 a	3.5 a	52 a	3.1 a
1	4	2.8 a	4.4 a	1.3 a	21 a	3.1 a
2	4	2.6 a	4.0 ab	1.3 ab	18 ab	3.8 a
3	4	3.1 a	3.4 b	1.0 b	18 b	3.8 a
K-Wallis		ns	ns	ns	ns	ns

Cuadro 15. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma B. [Kruskal-Wallis y prueba de Duncan para rangos con 95% de confianza].

Grupo	[n]	profundidad del suelo	drenaje	pedregosidad	pendiente [%]	posición topográfica
3	1	1.0 a	5.3 a	3.5 a	52 a	1.0 a
1	6	2.4 ab	4.5 a	1.4 ab	23 a	2.8 ab
2	6	3.2 b	3.4 b	1.0 b	9 b	4.8 b
K-Wallis		*	**	*	*	*

Cuadro 16. Comparaciones entre variables de sitio de los grupos diferenciados hasta un $r=0.61$ en el dendrograma C. [Kruskal-Wallis y prueba de Duncan para rangos con 95% de confianza].

Grupo	[n]	Profundidad del suelo	Drenaje	pedregosidad	Pendiente [%]	Posición topográfica
5	1	1.0 a	55.3 a	3.5 a	52 a	1.0 a
1	5	2.3 ab	14.5 ab	1.3 ab	25 ab	2.5 ab
4	1	3.0 b	44.1 b	1.9 bc	13 bc	4.0 b
3	2	3.0 b	33.6 c	1.0 c	9 c	5.0 b
2	4	3.4 b	33.2 c	1.0 c	9 c	4.8 b
K-Wallis		ns	*	ns	*	ns

ns = diferencias no significativas

* = diferencias significativas

** = diferencias altamente significativas

Duncan = letras iguales no difieren significativamente

5.2.2 Especies arbóreas maderables y no maderables

5.2.2.1 Estructura y composición del bosque

El bosque de Yarché-1 se caracteriza por un dosel superior que generalmente está entre 15-25 m aunque puede superar los 25 m y por una densidad de la cobertura entre 80-100%. De acuerdo a la intervención humana el bosque se tipifica como aprovechado, o sea, un bosque residual primario, producto de uno o varios aprovechamientos forestales. Posee una riqueza florística expresada en la existencia de 96 especies de árboles [≥ 10 cm de dap] distribuidos en 34 familias botánicas [Anexo 4]. La abundancia general promedio es 565 árboles/ha y cuando se incluyen los latizales [≥ 5 cm de dap] estos promedios se elevan a 102 especies y 1003 individuos/ha.

Las especies se concentran en categorías diamétricas inferiores ya que muchas de ellas maduran con bajas dimensiones. A medida que crece la superficie evaluada también crece el número de especies registradas solo que éstas son escasas y diamétricamente reducidas. En una hectárea es posible registrar unas 62 especies [≥ 10 cm de dap] [cociente de mezcla = 1: 8.7]. Solamente un 10% del total de especies superan 50 cm de dap y un 50% superan 30 cm de dap, es decir, son pocas las que alcanzan diámetros grandes [Figura 8].

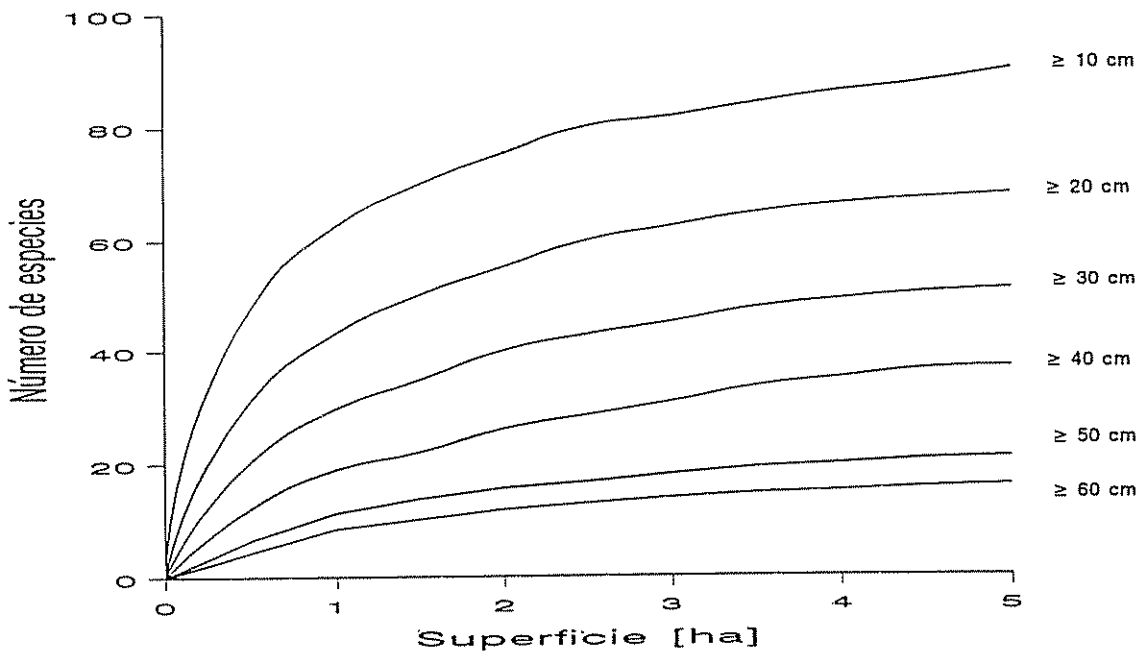


Figura 8. Curvas área-especies para conjuntos de individuos con límite diamétrico inferior creciente

Únicamente 3 especies acumulan el 25% y 7 especies el 50% del total del índice de valor de importancia [ivi]: *Pouteria durlandii*, *Sebastiania* sp., *Brosimum costaricanum*, *Spondias* sp., *Pouteria campechiana*, *Pseudolmedia spuria* y *Sabal* spp.. El valor asciende al 70% si se incluyen 6 especies más: *Pouteria amygdalina*, *Ficus involuta*, *Manilkara* sp., *Vitex* sp., *Blomia prisca* y *Aspidosperma megalocarpon* [Figura 9].

Las familias que aportan el mayor número de especies son: Fabaceae, Moraceae, Sapindaceae, Sapotaceae, y Meliaceae. Mientras que las que aportan el mayor número de individuos por hectárea son Sapotaceae y Moraceae con el 43% del total de individuos.

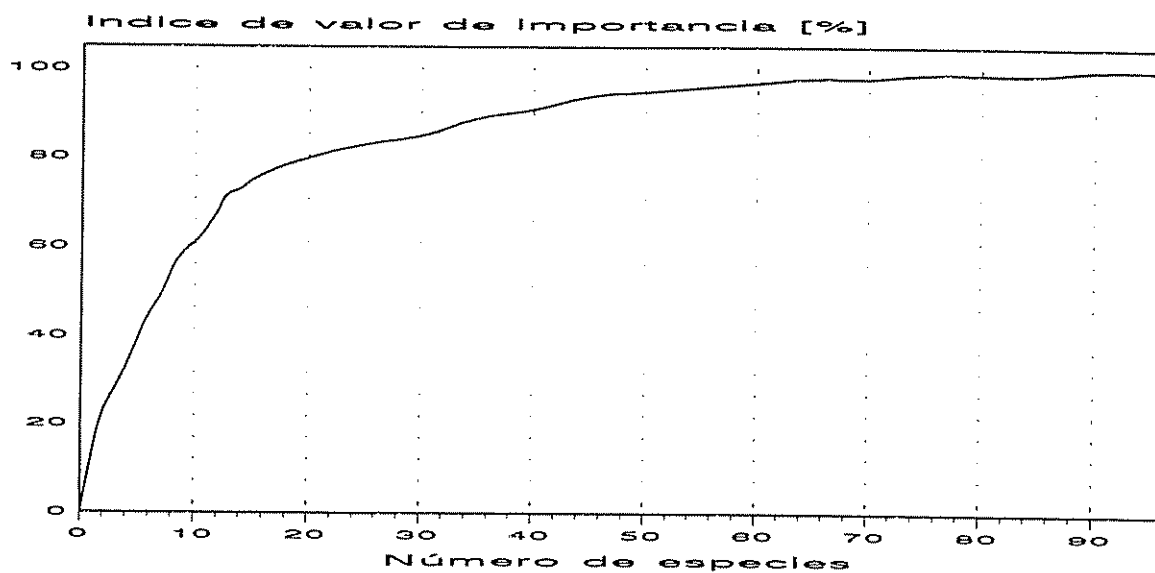


Figura 9. Distribución porcentual del índice de valor de importancia en relación al número total de especies.

El área basal por hectárea [≥ 10 cm de dap] es de 26.5 m² y solo tres especies acumulan más del 25% del total: *Pouteria durlandii*, *Sebastiania* sp. y *Brosimum costaricanum*. Poco más del 50% del total se acumula si se suman cuatro especies más: *Spondias* sp., *Ficus involuta*, *Pouteria campechiana* y *Pouteria amygdalina*. Las siete especies pertenecen a grupos sin prioridad para el manejo, encontrándose posibilidades solamente en *Brosimum costaricanum* y en *Pouteria amygdalina*.

Las especies de los grupos PM y SconU no figuran en esta lista ya que son poco abundantes a pesar de sus diámetros mayores, encontrándose en las mejores condiciones *Pseudolmedia spuria*, *Swietenia* sp. y *Aspidosperma megalocarpon* con 4.2%, 3.5% y 1.8% del área basal por hectárea respectivamente.

Respecto a la abundancia, el 50% del total de árboles por hectárea pertenece a seis especies: *Pouteria durlandii* [15%], *Sebastiania* sp., *Sabal* spp., *Pseudolmedia spuria*, *Pouteria campechiana* y *Spondias* sp.. Entre las especies de los grupos SconU y PnoM aparecen igualmente abundantes *Aspidosperma megalocarpon* y el *Manilkara* sp. con 2.8% del total [16 árboles \geq 10 cm de dap].

La distribución del número de individuos por clase diamétrica muestra la distribución típica de los bosques tropicales, con un alto número de individuos en las clases inferiores, decreciendo en las clases superiores.

Cerca del 97% [548] del total de árboles por hectárea se concentran en las clases diamétricas inferiores a 40 cm y solamente 3% [17] del total de individuos son mayores al diámetro citado. De estos 548 árboles/ha, el 0.4% son del grupo PM, el 10% del grupo PnoM, el 11% del grupo SconU y el resto de los grupos de menor interés [Figura 10 y Cuadro 17].

La distribución del área basal total es bastante uniforme, con una mayor concentración de individuos [22.6%] en la clase diamétrica de 20-29.9 cm. Pocos individuos y diámetros grandes caracterizan a la clase diamétrica superior a 60 cm lo cual resulta en una clase con dominancia similar [17.7% del total] a las que concentran el mayor número de árboles. La clase de 50-59.9 cm no solo reúne el menor número de árboles/ha [1.19% del total] si no también la menor área basal [5.5% del total]. El área basal de las PM se concentra fundamentalmente [91%] en la clase diamétrica superior a 60 cm; la tendencia es diferente en el grupo de las especies SconU ya que un 74% del área basal del grupo pertenece a individuos con dap inferior a 40 cm [Figura 11 y Cuadro 17].

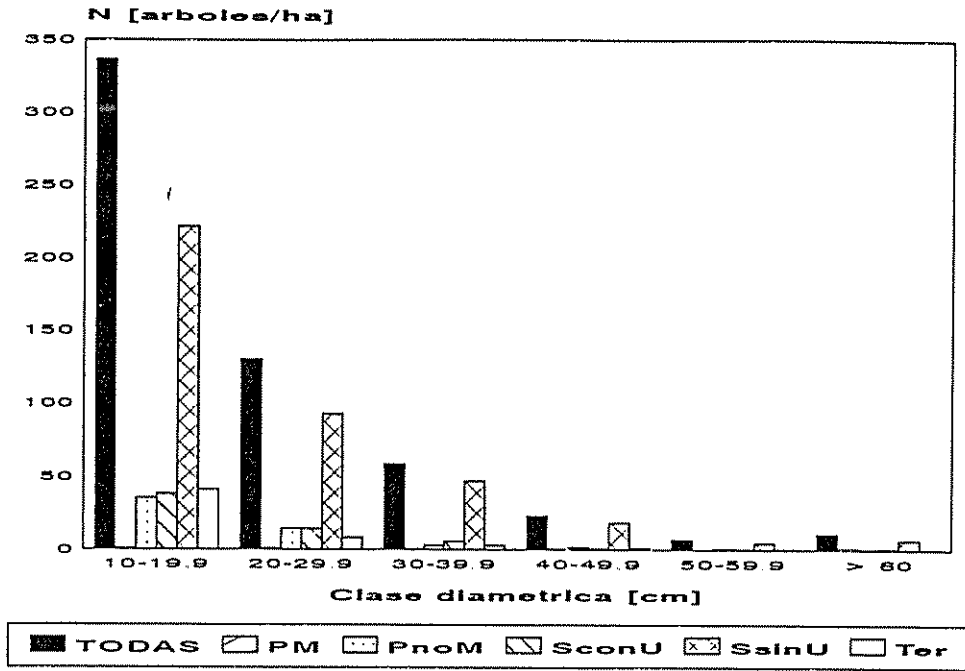


Figura 10. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea de la vegetación arbórea de Yarché-1.

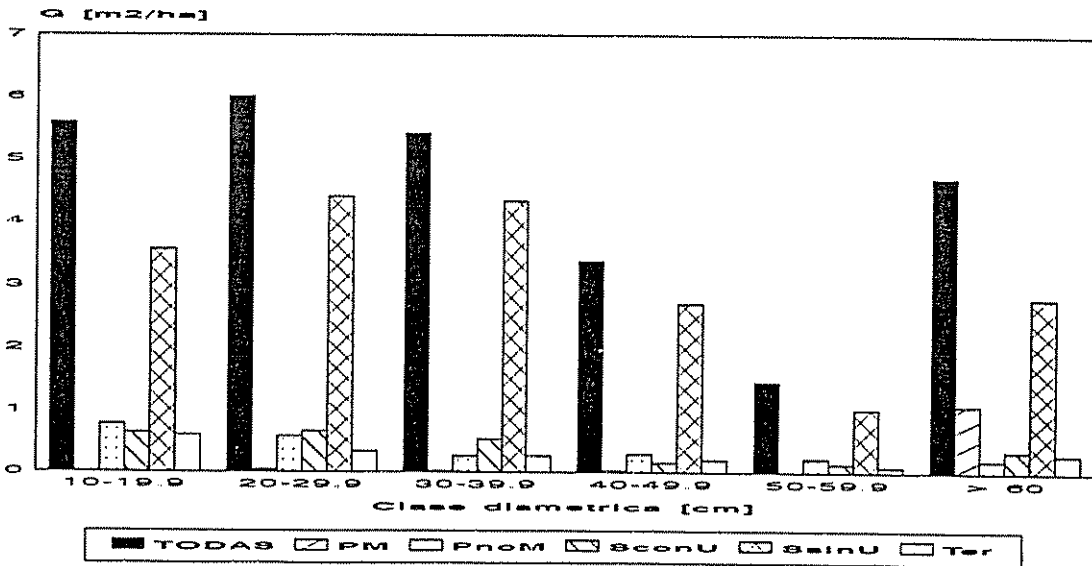


Figura 11. Distribución por clase diamétrica del área basal por hectárea de la vegetación arbórea de Yarché-1.

Cuadro 17. Abundancia (N=arb/ha) y dominancia (G=m²/ha) por grupo de manejo en Yarche-1.

ESPECIE	Clases diamétricas (cm)																	GRUPO DE MANEJO
	10-19.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		>= 60			TOTAL				
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	
Cooba	0.40	0.005	0.40	0.017	0.20	0.029	0.20	0.029	0.20	0.029	0.20	0.029	1.50	0.886	2.50	0.94	PM	
Cedra	0.60	0.009	0.40	0.020	0.20	0.020	0.20	0.020	0.20	0.020	0.20	0.020	0.40	0.184	1.60	0.23	PM	
Subtotal	1.00	0.014	0.80	0.037	0.20	0.020	0.20	0.020	0.20	0.020	0.20	0.020	1.90	1.070	4.10	1.170		
Porcentajes (%)	0.18	0.053	0.14	0.139	0.04	0.075	0.04	0.109	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	4.031	0.73	4.408		
Boyan	27.80	0.638	9.50	0.345											37.30	0.98	PhoM	
Chico zapote	6.30	0.119	3.80	0.180	2.50	0.226	1.90	0.292	1.00	0.221	0.60	0.195	0.60	0.195	16.10	1.23	PhoM	
Pimienta	1.10	0.017	1.00	0.047	0.40	0.037									2.50	0.10	PhoM	
Subtotal	35.20	0.774	14.30	0.572	2.90	0.263	1.90	0.292	1.00	0.221	0.60	0.195	0.60	0.195	55.90	2.317		
Porcentajes (%)	6.23	2.916	2.53	2.155	0.51	0.991	0.34	1.100	0.18	0.833	0.11	0.735	0.11	0.735	9.89	8.730		
Amapola	0.80	0.014	0.60	0.024											2.20	0.30	ScouU	
Jabilla	1.10	0.022			0.20	0.017	0.20	0.029							1.50	0.07	ScouU	
Melena blanco	0.80	0.012			0.80	0.081			0.20	0.040					1.80	0.13	ScouU	
Melena colorado	10.70	0.163	4.00	0.196	1.00	0.089	0.20	0.034							15.90	0.48	ScouU	
Manax	23.80	0.410	9.30	0.426	2.90	0.268	0.20	0.024							36.20	1.13	ScouU	
Manchiche	0.40	0.007			0.40	0.036									0.80	0.04	ScouU	
Santa maria	0.40	0.007	0.20	0.008	0.40	0.043	0.40	0.065	0.20	0.051	0.40	0.124	0.40	0.124	2.00	0.30	ScouU	
Subtotal	38.00	0.635	14.10	0.654	5.70	0.534	1.00	0.152	0.60	0.135	1.00	0.345	1.00	0.345	60.40	2.455		
Porcentajes (%)	6.72	2.392	2.49	2.464	1.01	2.012	0.18	0.573	0.11	0.509	0.18	1.300	0.18	1.300	10.69	9.249		
Acetiluno	2.70	0.047	1.00	0.046	0.60	0.051	0.20	0.032							4.50	0.18	SsriU	
Comiste	19.60	0.313	8.00	0.383	3.40	0.322	1.50	0.228	0.20	0.037	0.20	0.063	0.20	0.063	32.90	1.35	SsriU	
Chechen blanco	28.20	0.445	17.00	0.833	8.60	0.825	1.70	0.240							55.50	2.34	SsriU	
Jaba	13.10	0.265	8.80	0.419	6.50	0.580	2.10	0.311	0.20	0.052	0.20	0.054	0.20	0.054	30.90	1.68	SsriU	
Lun hembra	2.10	0.030	1.10	0.052	0.80	0.073									4.00	0.16	SsriU	
Ramon oreja mico	10.30	0.163	3.60	0.174	2.90	0.275	4.00	0.576	1.70	0.369	1.30	0.653	1.30	0.653	23.80	2.21	SsriU	

Cuadro 17. Abundancia [N=arb/ha] y dominancia [G=m²/ha] por grupo de manejo en Yarche--1 Continuuación...

ESPECE	Clases diamétricas (cm)																		GRUPO DE MANEJO
	10-19.9		20-29.9		30-39.9		40-49.9		50-59.9		>= 60		TOTAL		G				
	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G	N	G					
Silton	11.60	0.189	6.50	0.318	3.60	0.317	1.00	0.141	0.60	0.133	0.60	0.173	23.90	1.27	SsiuU				
Son	7.00	0.121	2.90	0.151	0.80	0.083	0.20	0.028					10.90	0.38	SsiuU				
Yaxnic	6.50	0.107	3.60	0.163	1.10	0.106	0.40	0.056	1.30	0.093	1.30	0.720	13.30	1.25	SsiuU				
Zapotillo	57.00	0.907	17.50	0.814	9.00	0.802	2.50	0.383	0.60	0.134			86.60	3.04	SsiuU				
Otras 32 sps	63.40	0.981	22.80	1.048	9.50	0.900	4.70	0.714	1.00	0.195	2.90	1.137	104.30	4.98	SsiuU				
Subtotal	221.50	3.568	92.80	4.401	46.80	4.334	18.30	2.709	4.70	1.013	6.50	2.800	390.60	18.825					
Porcentajes (%)	39.19	13.443	16.42	16.581	8.28	16.329	3.24	10.206	0.83	3.817	1.15	10.549	69.11	70.925					
42 sps	40.80	0.596	8.10	0.335	2.90	0.263	1.40	0.202	0.40	0.086	0.60	0.293	54.20	1.78	Ter				
Porcentajes (%)	7.22	2.245	1.43	1.262	0.51	0.991	0.25	0.761	0.07	0.324	0.11	1.104	9.59	6.688					
Total	336.50	5.587	130.10	5.999	58.50	5.414	22.80	3.384	6.70	1.455	10.60	4.703	565.20	26.542					
Porcentajes (%)	59.54	21.050	23.02	22.602	10.35	20.398	4.03	12.750	1.19	5.482	1.88	17.719	100.00	100.000					

5.2.2.2 Situación de los grupos de manejo

En el Anexo 5 se resume información sobre algunos caracteres silviculturales e industriales de las especies arbóreas. Varios de ellos han sido fundamentales para conocer su situación en el bosque y las posibilidades de manejo de especies diferentes a las que actualmente tienen mercado establecido.

La siguiente información se basa en un límite diamétrico inferior de 10 cm de dap. La caoba y el cedro son las únicas especies primarias maderables [PM] y ambas alcanzan valores de 0.7% y 4.4% de árboles/ha y área basal/ha respectivamente. Las especies secundarias con uso [SconU] representan el 10.7% y el 9.2% respectivamente. Las especies secundarias sin uso actual [SsinU] representan el 69% y 71% respectivamente, las especies terciarias [Ter] representan el 9.5% y 6.7% respectivamente y las especies primarias no maderables [PnoM] representan el 9.9% y 8.7% de árboles/ha y área basal/ha respectivamente. En conjunto PM + SconU, los grupos prioritarios para manejo con fines maderables, hacen un total de 11.4% y 13.6% de árboles/ha y área basal/ha respectivamente [Figuras 12 y 13].

Entre el grupo de las SsinU varias especies y particularmente tres reúnen condiciones favorables relacionadas con la abundancia, grupo ecológico, procesamiento industrial y particularmente de mercado, para incrementar su prioridad en el manejo: *Brosimum costaricanum*, *Pouteria amygdalina* y *Sideroxylon* sp.. Estas especies alcanzan valores de 23.8, 23.8 y 5.1 árboles /ha respectivamente.

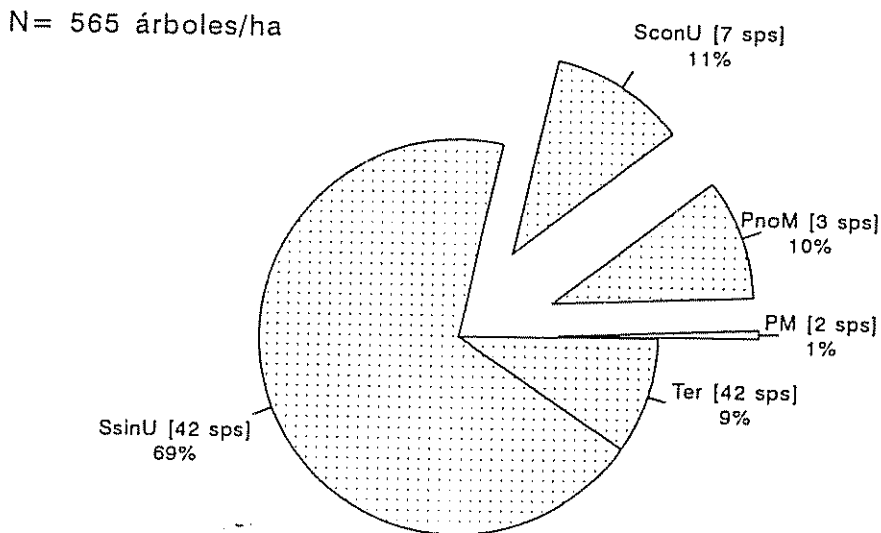


Figura 12. Distribución porcentual de la abundancia [N = arb/ha] de las especies en los diferentes grupos de manejo [dap \geq 10 cm].

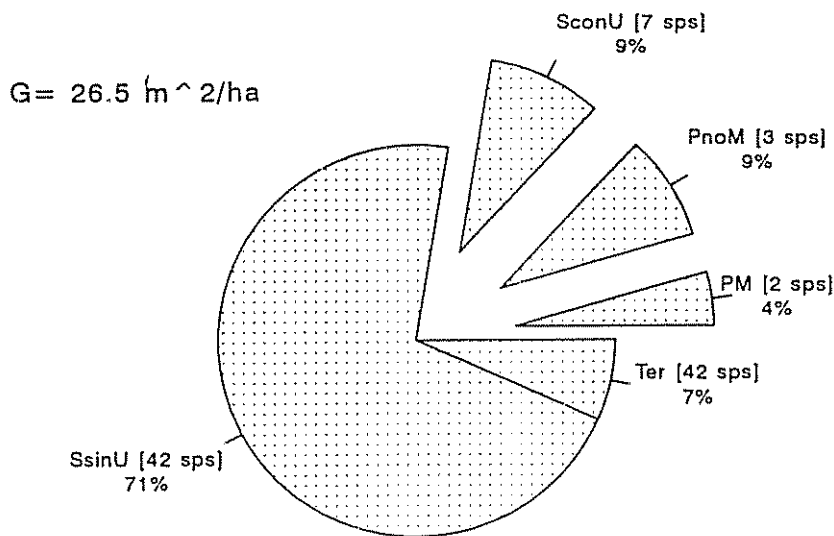


Figura 13. Distribución porcentual del área basal [$G = \text{m}^2/\text{ha}$] de las especies en los diferentes grupos de manejo [$\text{dap} \geq 10 \text{ cm}$].

5.2.2.3 Situación de gremios ecológicos

Este bosque está integrado por un 55% de individuos del gremio ecológico de las esciófitas parciales y un 28% del gremio de las heliófitas durables. Todas las especies de los grupos de interés [PM + SconU + PnoM] cuentan con un gremio conocido. Las únicas dos especies PM son heliófitas, las tres especies PnoM son esciófitas y en el grupo de las SconU se destaca una dominancia de esciófitas [Cuadro 18].

Cuadro 18. Distribución porcentual del número de árboles [$\geq 10 \text{ cm}$ de dap] por grupo de manejo y gremio ecológico [$N = 565$ árboles/ha]. [HE = heliófita efímera, HD = heliófita durable, EP = esciófita parcial, NC = no conocido].

Grupo	HE	HD	EP	NC	Total
PM		0.7			0.7
PnoM			10.0		10.0
SconU		0.4	10.3		10.7
SsinU		26.4	33.4	9.4	69.2
Ter	0.3	1.0	1.2	6.9	9.4
Total	0.3	28.5	54.9	16.3	100.0

En la subpoblacion de latizales sigue dominante el gremio esciófito mientras que los individuos heliófitos disminuyen su abundancia porcentual [Cuadro 19].

Cuadro 19. Distribución porcentual del número de latizales por grupo de manejo y gremio ecológico [N = 438 latizales/ha]. [HE = heliófita efímera, HD = heliófita durable, EP = esciófita parcial, NC = no conocido].

Grupo	HE	HD	EP	NC	Total
PM		0.3			0.3
PnoM			2.8		2.8
SconU		0.4	10.1		10.5
SsinU		14.0	37.4	11.9	63.3
Ter	0.1	3.9	1.3	17.8	23.1
Total	0.1	18.6	51.6	29.7	100.0

5.2.2.4 Confiabilidad de las estimaciones

Utilizando el procedimiento del muestreo por conglomerados en una etapa, se estimó el error de muestreo para las variables abundancia [N=árboles/ha] y dominancia [G = m²/ha], considerando diferentes subconjuntos de individuos: Todos los árboles con dap \geq 10 cm, solamente árboles de los grupos de interés [PM + SconU] con dap \geq 10 cm, solamente árboles de los grupos de interés [PM + SconU] con dap \geq 40 cm y todos los árboles con dap \geq 10 cm del grupo PnoM.

El procedimiento por conglomerados proporciona una mejor estimación del error de muestreo ya que está basado en las varianzas tanto a nivel de las 21 PPC como a nivel de las 25 subparcelas de 100 m² de cada PPC. Se encontraron valores del error de muestreo muy bajos para el conjunto de árboles de dap \geq 10 cm y coeficientes de variación relativamente bajos. A medida que el subconjunto analizado se hace más específico el error de muestreo aumenta y también el coeficiente de variación ya que aumenta el número de parcelas de 100 m² en las que la ocurrencia es de cero.

En todos los casos, con un nivel de confianza de 90%, los valores del error de muestre no superan el 20% a excepción del conjunto de individuos con dap \geq 40 cm de las especies de interés, lo cual indica que la precisión en la estimación de estos individuos nunca es la misma que la obtenida para la población completa, situación lógica considerando el bajo número de individuos.

Aquí se considera que la muestra utilizada estima adecuadamente la media del número de árboles y área basal por hectárea. Los altos coeficientes de variación indican que el rango de los valores es amplio.

En todos los casos, se utiliza el criterio de estimar el valor mínimo de la media [obtenido con valores de "Z" de una cola]. Con esto hay probabilidades de obtener valores superiores pero solamente en un 5%, 10% ó 20% de los casos el valor será inferior [cuando el nivel de confianza es de 95%, 90% u 80%, respectivamente]. En el Cuadro 20 se resumen los resultados.

Cuadro 20. Estadísticas básicas para las variables abundancia [N=árboles/ha] y dominancia [G = m²/ha] del conjunto de árboles con dap ≥ 10 cm de Yarché-1.

Conjuntos analizados	media general	CV [%]	95% de confianza		90% de confianza		80% de confianza	
			[E%]	valor mínimo de la media	[E%]	valor mínimo de la media	[E%]	valor mínimo de la media
[Total]								
N = arb/ha	565	42	3.8	541	2.9	545	2.0	551
G = m ² /ha	26.54	74	5.0	25.20	3.9	25.50	2.5	25.80
[PM + SconU]								
N = arb/ha	64.5	137	18.0	54	14.0	57	9.0	60
G = m ² /ha	3.62	278	24.0	2.70	18.0	2.95	12.0	3.2
[PM + SconU] ≥ 40 cm dap								
N = arb/ha	4.6	456	34.0	2.9	27.0	3.3	17.0	3.7
G = m ² /ha	1.73	545	48.0	0.895	37.0	1.08	24.0	1.3
[PnoM]								
N = arb/ha	56.0	131	19.0	46.4	15.0	49	10.0	52
G = m ² /ha	2.3	222	24.0	1.7	18.0	1.9	12.0	2.0

5.2.2.5 Discusión

Hay una marcada dominancia de especies que no son prioritarias para el manejo. El 70% del ivi lo constituyen 14 especies de las cuales solamente *Pseudolmedia* sp., *Aspidosperma megalocarpon* y *Manilkara* sp. son de interés. El 50% del área basal carece de posibilidades reales de comercialización y del 50% del total de árboles/ha solamente *Aspidosperma* sp. y *Manilkara* sp. presentan condiciones adecuadas de abundancia. Aceptando que en el corto y mediano plazo la situación relativa al mercadeo de especies se mantiene invariable, el manejo deberá basarse en las existencias de los grupos PM y SconU.

El primer grupo [*Swietenia* sp. y *Cedrela* sp.] tiene abundancias totales de 4.1 árboles/ha considerando un dap \geq 10 cm. Unos 2 árboles/ha [53%] están por debajo del diámetro mínimo de corta [dmc] y el resto [1.9 árboles/ha] arriba del dmc.

Cedrela sp. es realmente escaso, solamente 0.4 árboles/ha superan el dmc y el resto de 1.6 árboles/ha se concentran en clases diamétricas inferiores. *Swietenia* sp. parece tener más posibilidades con 2.5 árboles/ha. Una cosecha actual basada en el 75% de las existencia superiores al dmc establecido significaría dejar en el terreno 0.37 árboles/ha con fines semilleros.

Snook [1993] recomienda 0.33 caobas/ha [un árbol por cada tres hectáreas] para que el aprovechamiento de la especie en Quintana Roo sea sostenible. Las posibilidades estarían finalmente definidas por la capacidad de regeneración y el crecimiento de la especie. Todas las SconU a excepción de *Pseudolmedia* sp. y *Aspidosperma megalocarpon* están en una situación similar a *Swietenia* sp.: escaso número de individuos cosechables e irregular distribución en las clases diamétricas inferiores al dmc. *Pseudobombax* sp. es una heliófita durable que escasamente regenera bajo dosel y únicamente se encuentran de ésta 0.8 árboles/ha arriba del dmc establecido. A pesar de sus densidades adecuadas para el manejo y características deseables para el procesamiento industrial, *Pseudolmedia* sp. y *Aspidosperma* sp. son escasamente utilizadas ya que el mercado continua aferrado a las escasas PM.

Existen unos 60 árboles/ha abajo del diámetro mínimo de corta establecido para las especies maderables de interés actual. Restando un 10% de árboles dañados naturalmente [sección 5.4.3.1], quedan unos 55 árboles de futura cosecha; cifra inferior a 100 árboles/ha que razonablemente se considera óptimo para el manejo. Además, no se distribuyen adecuadamente en las diferentes clases diamétricas ya que un 66% pertenece a la clase 10-19.9 cm. Esta situación dificulta el manejo del bosque cuando el mismo se quiere basar en la regeneración natural existente.

De las PnoM, *Sabal* spp. y *Manilkara* sp. parecen ser medianamente abundantes ya que poseen 16.1 y 37.3 árboles/ha respectivamente. *Manilkara* sp. posee una abundancia inferior a las cifras reportadas para zonas de alta producción que van de 23 a 47 árboles/ha. De igual manera la pimienta presenta cifras inferiores a las reportadas para estas zonas productoras que van desde 4.8 a 20.7 árboles/ha [Reining et al., 1992]. No obstante, en un contexto de manejo diversificado la zona representa un importante potencial para la utilización de estos recursos ya que no se les puede considerar escasos.

5.3 SITUACION DE LA VEGETACION DESPUES DEL APROVECHAMIENTO MADERERO

5.3.1 Estructura del bosque

La caracterización del estado del bosque producto del aprovechamiento se basa en lo ocurrido en las PPC. Para fines comparativos entre las situaciones previa y posterior a la intervención, las extrapolaciones a nivel de hectárea, inclusive la cosecha, están basadas en las 5.25 ha de extensión que suman las 21 PPC.

De los 62 árboles tumbados, 13 estaban dentro de las PPC y del total de árboles presentes durante la instalación de las parcelas de control, 88 fueron eliminados por distintas causas durante el aprovechamiento. Se encontraron 94 especies arbóreas, es decir, dos menos que antes de la intervención.

La aparente pérdida de dos especies se debe a que los únicos individuos de *Rosedendron* sp. y *Belotia* sp. presentes en las 5.25 ha de las PPC, fueron eliminados durante la tumba y apertura de pistas de arrastre.

La remanencia es de 513 árboles/ha y área basal de 23.3 m²/ha [dap ≥ 10 cm]. La diferencia entre las situaciones pre- y post-aprovechamiento equivale a una reducción de 9.2% del número de árboles/ha y 12% del área basal/ha. La proporción de las especies de interés respecto al total, en términos de abundancia y área basal, se ve considerablemente reducida [Cuadros 21 y 22].

Las distribución por clase diamétrica del número de árboles mantiene la misma tendencia: concentración de un mayor número de individuos en las clases diamétricas más pequeñas. Respecto al área basal total y por grupos se mantiene la misma estructura dentro de cada clase diamétrica, no obstante, dentro de las clases diamétricas de cosecha los grupos PM y SconU redujeron en un 78% y 63% respectivamente [Figuras 14 y 15].

Las mismas especies suman el 50% del total de árboles/ha. *Manilkara* sp. ingresó al grupo de individuos que reúnen el 50% del área basal/ha, mientras que *Pouteria campechiana*, presente en la situación previa al aprovechamiento, ahora es menos dominante. Respecto al ivi las especies mantienen la dominancia inicial. El 50% del total del ivi es ocupado por las mismas siete especies que en la situación previa al aprovechamiento.

Cuadro 21. Abundancia inicial, eliminada y remanente en Yarche-1 [n=árboles/ha y dap \geq 10 cm].

GRUPO DE MANEJO	PREAPROVECHAMIENTO		ELIMINADOS				REMANENCIA POSTAPROVECHAMIENTO [1995]				
	[N]	[%]	Mort-Nat	Mort-Appro	Cosecha	Envenenam	[%]	Sobreviv	Reclut	TOTAL	[%]
PM	4.1	0.7		0.2	1.3		37	2.6		2.6	0.5
PnoM	55.9	10.7	1.2	1.6		0.2	5	52.9	0.5	53.4	11.0
SconU	60.4	9.9	2.0	1.6	1.2		8	55.2	1.1	56.3	10.4
SsinU	390.6	69.1	13.4	9.7		20.0	11	347.5	4.7	352.2	65.6
Ter	54.2	9.6	3.7	1.2		2.5	14	46.8	2.2	49.0	9.5
Total	565.2	100.0	20.3	14.3	2.5	23.1	11	505.0	8.5	513.5	100.0
(%)	100.0		3.6	2.5	0.4	4.1		89.3	1.5	90.9	

[Porcentajes eliminados con respecto a la abundancia inicial del grupo de manejo]

[Los porcentajes pre- y post- aprovechamiento representan el peso del grupo respecto del total]

[Las cifras de reclutamiento incluyen también individuos que no fueron medidos durante la instalación de las PPC]

[Datos reales de reclutamiento en sección 5.6.1]

Cuadro 22. Dominancia inicial, eliminada y remanente en Yarche-1 [G=m²/ha y árboles con dap \geq 10 cm].

GRUPO DE MANEJO	PREAPROVECHAMIENTO		ELIMINADOS				REMANENCIA POSTAPROVECHAMIENTO [1995]				
	[N]	[%]	Mort-Nat	Mort-Appro	Cosecha	Envenenam	[%]	Sobrev+Crec	Reclut	Total	[%]
PM	1.170	4.4		0.003	0.835		74	0.34		0.340	1.5
PnoM	2.317	9.4	0.037	0.050		0.002	4	2.29	0.003	2.293	4.7
SconU	2.455	8.8	0.081	0.106	0.362		23	1.989	0.008	1.997	9.8
SsinU	18.820	71.0	0.684	0.320		1.520	13	16.96	0.040	17.000	73.0
Ter	1.780	6.7	0.109	0.030		0.100	13	1.635	0.017	1.652	7.1
Total	26.542	100.0	0.911	0.509	1.197	1.632	16	23.214	0.068	23.282	100.0

[Porcentajes eliminados con respecto a la abundancia inicial del grupo de manejo]

[Los porcentajes pre- y post- aprovechamiento representan el peso del grupo respecto del total]

[Las cifras de remanencia incluyen incremento en área basal y reclutamiento. Ver sección 5.6].

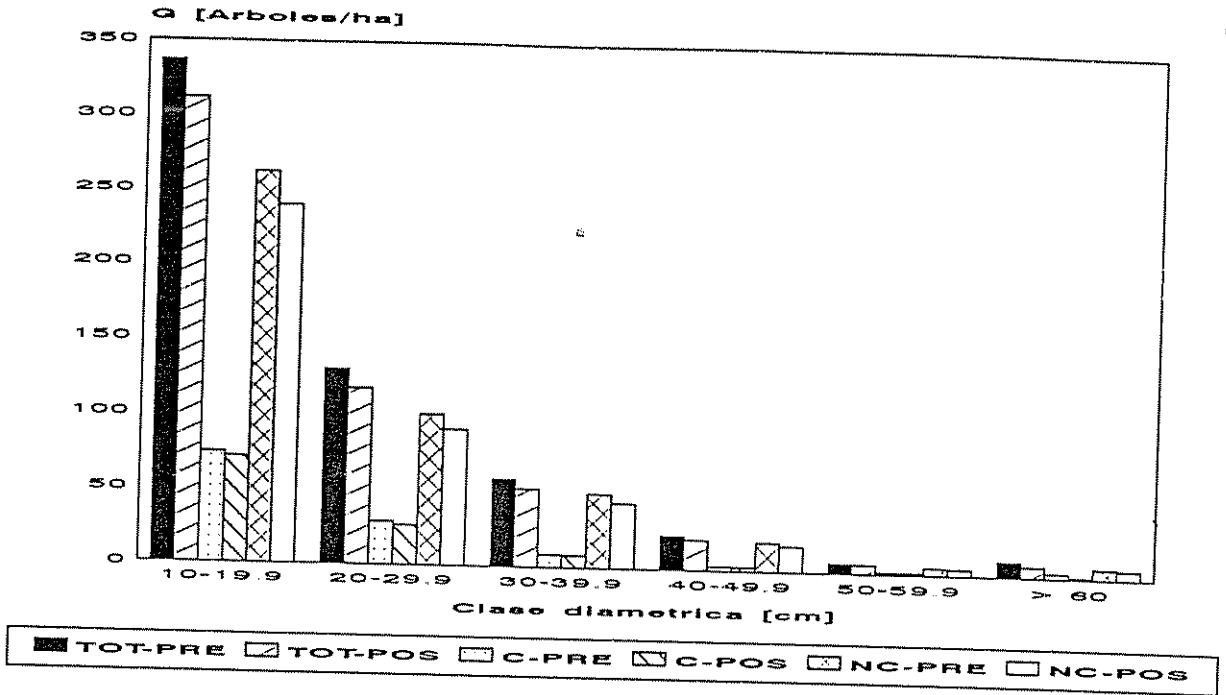


Figura 14. Distribución por clase diamétrica del número de árboles por hectárea en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero de Yarché-1 [dap ≥ 10 cm]. [Tot= total, C= comercial y NC= no comercial].

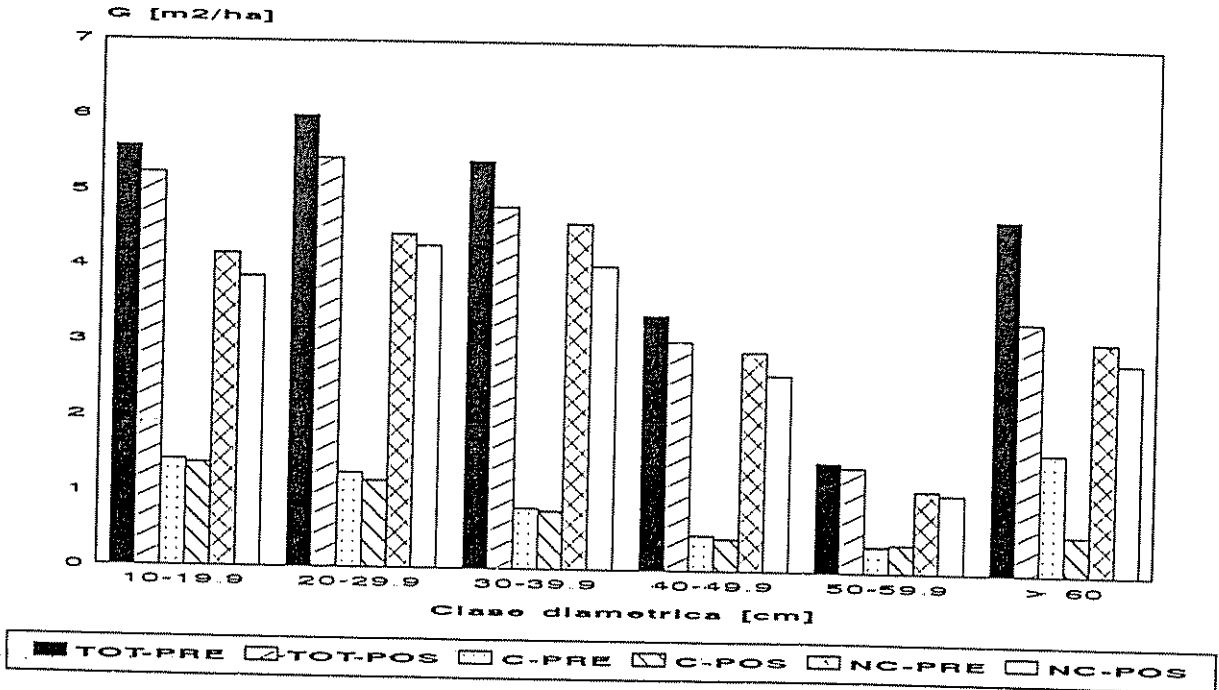


Figura 15. Distribución por clase diamétrica del área basal por hectárea en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero de Yarché-1 [dap ≥ 10 cm]. [Tot= total, C= comercial y NC= no comercial].

5.4 ESTIMACION DEL IMPACTO DEL APROVECHAMIENTO EN LA VEGETACION

5.4.1 Impacto global en la superficie boscosa

La superficie afectada por distintas actividades ligadas al aprovechamiento fue de 3.46 ha equivalentes a un 8.17% del área total. El efecto mayor es debido a los claros provocados por la tumba. Los 62 claros suman el 5.02% del área total y representan el 61.5% del área afectada [Cuadro 23 y Figura 16].

Cuadro 23. Superficie afectada en distintas actividades del aprovechamiento forestal [extracción de 5.5 m³/ha y área total aprovechada de 42.5 ha].

Ambientes	[N]	área [m ²]	[%] del área total	[%] del área afectada
-Claros de tumba	62	21,325.5	5.02	61.5
-Pistas de arrastre	27	9,181.7	2.16	26.4
-Caminos principales	2	2,895.6	0.68	8.3
-Pacios de acopio	4	1,336.5	0.31	3.8
Total		34,739.3	8.17	100.0

El área promedio de los claros de tumba fue de 344 m², valor intermedio entre los reportados por Rollet [1972] y Castañeda *et al.* [1994], con tamaños de 261 m²/árbol y 358 m²/árbol respectivamente, para árboles de dimensiones similares. Las pistas de arrastre fueron construidas con un ancho promedio de 3.2 m y los caminos principales con 3.5 m. Formalmente se planificó la construcción de dos patios de acopio, sin embargo, durante las labores de extracción fueron construidas dos más de menor extensión [Cuadro 24].

Cuadro 24. Especificaciones sobre los ambientes de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero de Yarché-1 [área total afectada = 42.5 ha].

Ambientes	[N]	área \bar{x} [m ²]	rango [m ²]	ancho \bar{x}	largo [m]
-Claros de tumba	62	344.0	144 - 699		
-Pistas de arrastre	27			3.2	2873.6
-Caminos principales	2			3.5	827.3
-Pacios de acopio	4		103 - 633		

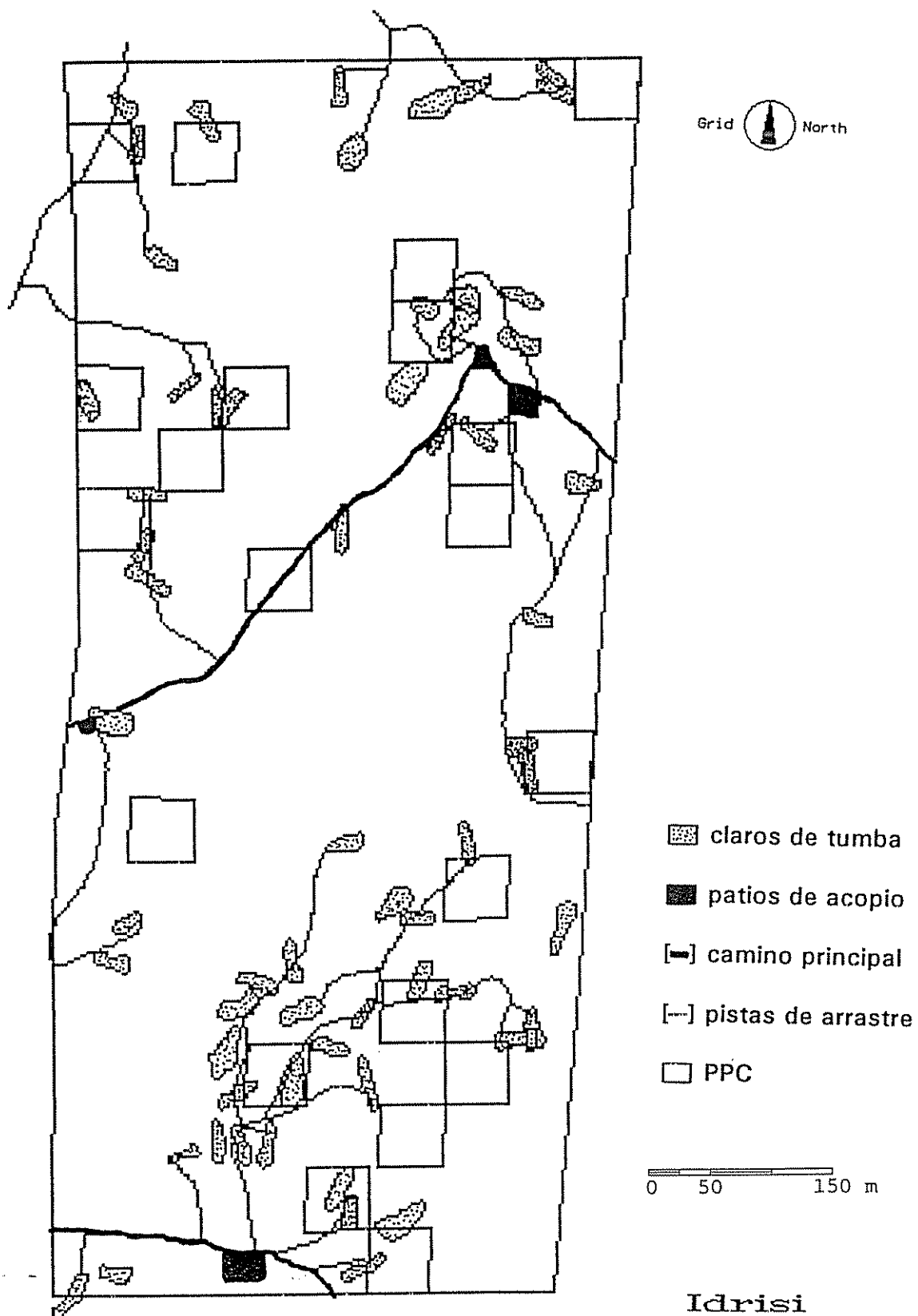


Figura 16. Distribución espacial del impacto del aprovechamiento maderero en las 42.5 ha de Yarché-1

5.4.2 Discusión

Si se acepta que es a través de la construcción de vías de acceso que el suelo resulta drásticamente compactado y erosionado, entonces la superficie afectada no excede un 3% del área total.

Este último valor es inferior al obtenido en aprovechamientos tradicionales efectuados en Surinam que ascienden a 8.2% de superficie afectada por vías de acceso [Hendrison y de Graaf, 1986]. En un experimento realizado en Surinam, solamente los claros suman un 16% del área afectada en un aprovechamiento tradicional y solamente 6-7% en un aprovechamiento controlado [Hendrison, 1990]. Por otro lado, las cifras de Yarché-1 son muy similares a cifras de 3.2% alcanzadas en aprovechamientos mejorados efectuados en Los Filos, Río San Juan Nicaragua [Castañeda *et al.* 1994]. La diferencias en este último caso son relativas a las cantidades extraídas. Mientras que en Yarché-1 se aprovecharon 1.45 árboles/ha equivalentes a 5.56 m³/ha, en Los Filos se aprovecharon 3.8 árboles/ha equivalentes a 23.2 m³/ha.

Tradicionalmente a los claros provocados por la tumba se les califica como dañinos, sin embargo, ante la situación que presenta Yarché-1 estos debieran considerarse desde todo punto de vista como perturbaciones favorables que junto a las intervenciones silviculturales, pueden representar una opción para el establecimiento de las especies de interés. Finegan [1993c] opina que estos claros deben considerarse como disturbios en los cuales se activan los procesos dinámicos del bosque, aunque sea, de una forma más acelerada [Hartshorn, 1980].

5.4.3 Impacto en individuos arbóreos

Durante la instalación inicial de las PPC fueron marcados 2954 árboles con dap \geq 10 cm. Durante la evaluación posterior se registró la causa e intensidad de daños debidos al aprovechamiento. Además, en los árboles exentos de daños [sobrevivientes], se registro la existencia de daños naturales y de otras causas no debidas a esta intervención.

5.4.3.1 Daños no debidos al aprovechamiento

De 2769 árboles exentos de daños del aprovechamiento [sobrevivientes] se encontraron 636 árboles con distintas causas e intensidad de daño, principalmente naturales. Esto es equivalente a un 23% del total de árboles de la muestra.

A nivel de hectárea se ven afectados 129 árboles y 7.26 m² de área basal. El porcentaje de daños es homogéneo a nivel de grupos de manejo, sin embargo, grupos de baja abundancia como las PM resultan ser los más afectados. Los daños son más frecuentes en árboles pequeños ya que se encontró que el 53% de los árboles dañados pertenecen a la clase diamétrica de 10-19.9 cm [Cuadro 25].

Cuadro 25. Caracterización de daños no debidos al aprovechamiento por grupo de manejo y clases diamétricas [N/ha = 565 árboles y G/ha = 26.5 m²/ha].

Grupos de manejo			Clases diamétricas		
Grupo de manejo	Daños [N/ha]	[%] del grupo	Clases diamét.	Daños [N/ha]	[%] de la abundancia de la clase
PM	1.2	30.0	10-19.9	68.1	20
PnoM	16.8	30.1	20-29.9	31.2	24
SconU	13.9	17.4	30-39.9	17.7	30
SsinU	80.7	20.7	40-49.9	6.7	29
Ter	16.4	30.4	50-59.9	2.2	33
			>60	2.9	31
Totales	N = 129 arb/ha G = 7.26 m/ha ²	23.0	Totales	N = 129 arb/ha G = 7.26 m/ha ²	100.0

Respecto a las causas e intensidad del daño, se encontró que el 41% de árboles de la muestra [2769 árboles] son dañados levemente, esto equivale a un total de 53.3 árboles/ha, es decir 9.5% de las existencias [Cuadro 26]. La causa de daño más frecuente es el ataque de hongos y termitas en diferentes partes del fuste. Este factor puede provocar la mortalidad de unos 20 árboles/ha y provocar daños muy serios a otro número similar de individuos. El área basal afectada severamente equivale a 0.2 m²/ha cifra que debiera considerarse en las estimaciones de los inventarios.

Cuadro 26. Abundancia [N=arb/ha] en relación a distintas causas e intensidad de daños naturales [N/ha = 565.2 árboles].

Causas	Intensidad del daño				Totales	
	leve	mediano	severo	muerto	[N/ha]	[%]
-Flora-fauna	51.4	29.2	14.8	16.2	111.6	19.9
-Clima [viento, tormentas]	1.6	3.2	5.5	3.4	13.7	2.5
-Humanas	0.3	0.8	1.6	0.2	2.9	0.5
-Otras			0.3	0.5	0.8	0.1
TOTAL	53.9	33.2	22.2	20.3	129.0	
[%]	9.5	5.9	4.0	3.6		23.0

5.4.3.2 Impacto del aprovechamiento

Considerando distintas intensidades de impacto inclusive la cosecha, el aprovechamiento afectó un total de 35.2 árboles/ha [6.3% del total] y 2.5 m² de área basal/ha [9.5% del total] [Cuadros 27 y 28]. La cosecha se concentró en los grupos PM y SconU y a nivel de las parcelas permanentes⁴ se cosechó un total de 2.5 árboles/ha equivalentes a 1.2 m²/ha de área basal.

Cuadro 27. Distribución del impacto del aprovechamiento en árboles remanentes considerando grupos de manejo y clases diamétricas [N = árboles/ha].

Clases diamét. [cm]	PM			SconU			PnoM		SsinU		Ter		Totales	
	A	B	C	A	B	C	B	C	B	C	B	C	[N]	[%]
10-19.9		0.2			0.4	0.4	1	0.7	7	7.6	1	1.5	19.8	6
20-29.9					0.8	0.5	0.4	0.2	1.7	3.9	0.2		7.7	6
30-39.9					0.2	0.4	0.2		0.6	2.2			3.6	6
40-49.9				0.2					0.4	0.8			1.4	6
50-59.9				0.4						0.2			0.6	9
≥ 60	1.3			0.6	0.2								2.1	20
Total	1.3	0.2	0	1.2	1.6	1.3	1.6	0.9	9.7	14.7	1.2	1.5	35.2	6.2
[%]	31	5	0	2	3	2	3	2	2	4	2	3		

[A] árboles cosechados; [B] árboles muertos por el aprovechamiento; [C] árboles dañados con diferente intensidad aún sobrevivientes.

[*] Los porcentajes se basan en las existencias originales de la clase diamétrica y el grupo de manejo, respectivamente.

Cuadro 28. Distribución del impacto del aprovechamiento en árboles remanentes considerando grupos de manejo y clases diamétricas [G = m²/ha]

Clases diamet. [cm]	PM		Sconu			PnoM		SsinU		Ter		Totales	
	A	B	A	B	C	B	C	B	C	B	C	[G]	[%]
10-19.9		0.003		0.008	0.006	0.02	0.02	0.12	0.12	0.02	0.02	0.34	6
20-29.9				0.03	0.03	0.02	0.01	0.09	0.18	0.01		0.37	6
30-39.9				0.02	0.03	0.01		0.08	0.23			0.35	6
40-49.9			0.03					0.05	0.11			0.19	5
50-59.9			0.09						0.05			0.14	10
≥ 60	0.84		0.36	0.05								1.13	24
Total	0.84	0.003	0.36	0.106	0.066	0.05	0.03	0.32	0.69	0.03	0.02	2.52	9.5
[%]	72	3	15	4	3	2	1	2	4	2	1	9.5	

[A] árboles cosechados; [B] árboles muertos por el aprovechamiento; [C] árboles dañados con diferente intensidad aún sobrevivientes.

[*] Los porcentajes se basan en las existencias originales de la clase diamétrica y el grupo de manejo, respectivamente.

⁴ La extracción global de 62 árboles en las 42.5 ha de Yarche-1 es equivalente a 1.45 árboles/ha y 0.43 m²/ha de área basal.

En la muestra evaluada, se encontró que el 93.7% del total de árboles/ha quedan exentos de daños. Esto equivale a 90.5% de área basal no dañada.

En términos absolutos, el grupo de las SsinU se ve más afectado por ser el más abundante; sin embargo, respecto a la abundancia inicial la clase ≥ 60 cm y el grupo de las PM resultaron mas afectados. Todas las clases diamétricas inferiores a 60 cm tienen porcentajes afectados de 6-9% y 2-4% respecto a los grupos de manejo.

Respecto a los árboles de futura cosecha, aquellos con un dap inferior a 60 cm del grupo PM y de 40 cm del grupo SconU, se encontró lo siguiente: de 4.1 árboles/ha de las PM 0.2 fueron eliminados [5%], mientras que de 60.4 árboles/ha de las SconU, fueron eliminados 1.4 árboles/ha [2%] y dañados aun sobrevivientes 1.3 árboles/ha [2%].

La causa mas frecuente de daños resultó ser la tumba de los árboles seleccionados para la cosecha. En la sección 5.4.1 se mostró que la caída de estos árboles afectó una superficie promedio de 344.0 m², donde varios árboles [21.7/ha] sufrieron desde daños leves hasta eliminación total. Sin embargo, el área basal eliminada totalmente equivalente a 0.536 m²/ha [2% del total], es inferior al área basal cosechada dentro de la PPC que equivale a 1.16 m²/ha [4.4%].

La siguiente causa en orden de importancia según daños ocasionados fue la apertura de pistas de arrastre afectando 6.0 árboles/ha [1%] equivalentes a 0.15 m²/ha [0.6%] de área basal [Cuadro 29]. Del total de árboles dañados el 48% fueron totalmente cortados [Figuras 17 y 18].

Cuadro 29. Causa e intensidad de los daños del aprovechamiento ejecutado en Yarché-1 [abundancia en árboles/ha y n/ha = 565.2].

Causas	Intensidad de los daños					Totales	
	sin daño	herida menor	herida severa	muy serio	cortado/ derribado	[n/ha]	[%/ha]
-sin daños	530.0					530.0	93.8
-cosechados					2.5	2.5	0.4
-tumba		5.6	5.3	3.6	7.2	21.7	3.8
-caminos		0.6	0.9	0.8	2.7	5.0	0.9
-Pistas de arrastre		0.2	0.8	0.6	4.4	6.0	1.1
Total	530.0	6.4	7.0	5.0	16.8	565.2	100.0
[%]	93.8	1.1	1.2	0.9	3.0	100.0	

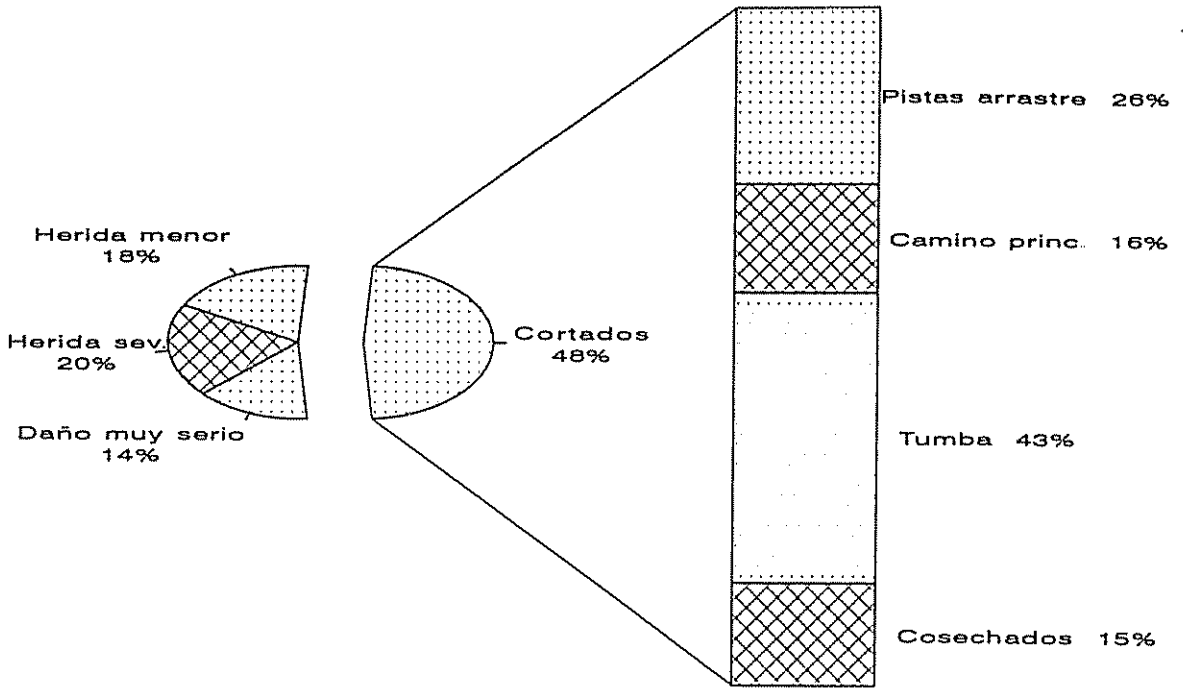


Figura 17. Distribución porcentual del número de árboles/ha de acuerdo a diferentes causas e intensidades de impactos del aprovechamiento maderero.

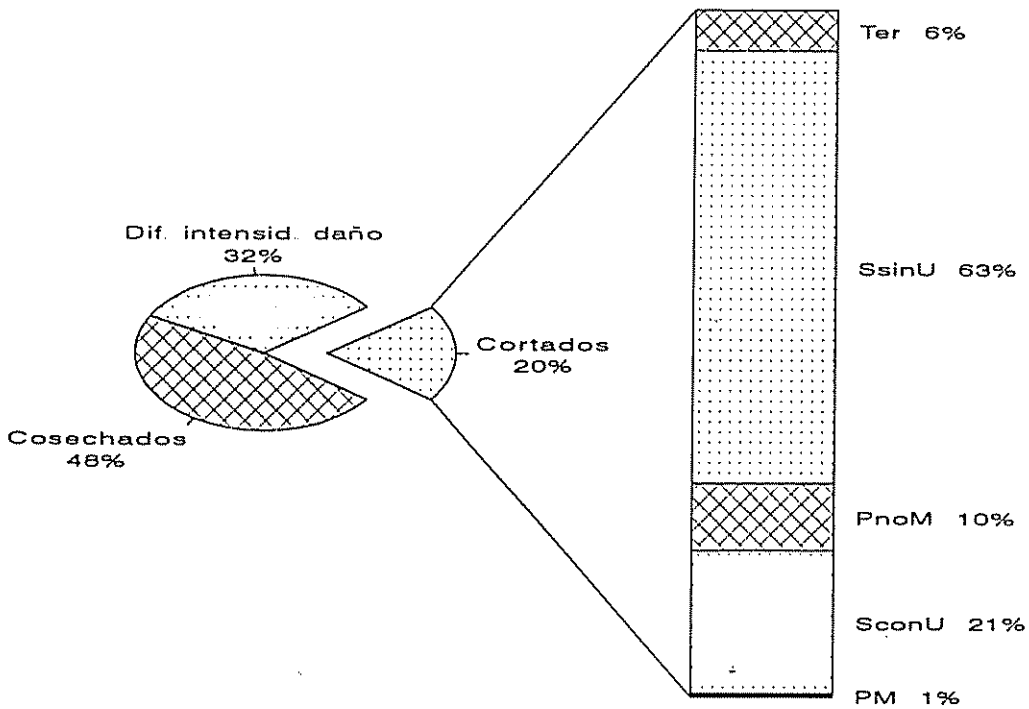


Figura 18. Distribución porcentual del área basal/ha de acuerdo a diferentes intensidades de impacto y grupos de manejo.

5.4.3.3 Impacto en los latizales

La abundancia pre-aprovechamiento era de 438 latizales/ha mientras que después de la intervención la abundancia encontrada fue de 428 latizales/ha. Esta última cifra es el resultado de factores ligados a la mortalidad [natural y por el aprovechamiento] y el reclutamiento.

De un total de 1195 latizales marcados durante la medición inicial de las PPC, 101 [8.4%] fueron eliminados por distintas razones: 50 [4.2%] fueron cortados durante el aprovechamiento, 46 [3.8] murieron naturalmente, 1 [0.08%] fue envenenado durante el tratamiento de liberación y 4 [0.3%] murieron por otras causas.

La mortalidad debida al aprovechamiento es equivalente a 18 latizales/ha [4.25% de la abundancia/ha]. El impacto total considerando diferentes intensidades asciende a un total de 34 [7.7%] latizales/ha. De estos, 52% fueron cortados totalmente [18], 19% con daños leves [6.5], 16% con daños severos [5.5] y 13% con daños muy serios [4.5]. Las causas más frecuentes de daño fueron la apertura de pistas de arrastre [43% del total] y la tumba de árboles de cosecha [32% del total].

5.4.4 Impacto a nivel de parcelas permanentes

En las PPC se realizó un control detallado de la superficie alterada y de la condición en la que quedó cada individuo después del aprovechamiento maderero. Resultaron alterados 4810 m² equivalentes a 9.2% de la superficie total de las 21 PPC [5.25 ha] y a 1.1 % del área total de Yarche-1 [42.5 ha]. Los claros de tumba ocupan los mas altos valores en la superficie afectadas con un 71% del total [Cuadro 30].

Cuando ocurrió alteración en las parcelas los valores van de 2% a 32% de su superficie, mismos que están relacionados con el número de árboles cortados dentro o cerca de ellas. En general, el efecto resulta ser poco drástico ya que los claros se reconstruyen en poco tiempo y además se constituyen en dispositivos de control para el monitoreo de la vegetación que se establece en ellos.

5.4.5 Discusión

A nivel de las PPC se cosecharon 2.5 árboles/ha equivalentes a 1.2 m² de área basal [4.3% del área basal total y a 10% del área basal de los grupos cosechados, en ambos casos árboles con dap \geq 10 cm]. En términos absolutos, el 94% de árboles/ha resultó sin daños, por lo que la intervención parece no ser tan seria si se compara con resultados de severidad de aprovechamientos tradicionales. En el Sudeste Asiático, Nicholson (1958) determinó que el 58% de los árboles comerciales resultó dañado. Igualmente, Uhl y Viera (1989) reportan un 25% de daños en todos los árboles durante un aprovechamiento tradicional en la Amazonia brasileña.

Cuadro 30. Análisis de las superficie alterada en cada una de las PPC de Yarche-1 [valores de superficie en m²].

PPC	Ambientes de perturbación			Totales por parcela		Árboles tumbados	
	claros	pistas	caminos	[m ²]	[%]	dentro	influenciando la parcela
13	147	0	0	147	6	1	1
15	345	0	0	345	14	1	0
19	0	298	0	298	12	0	1
28	0	0	0	0	0	0	0
34	4	0	0	4	0	0	1
39	194	0	0	194	8	1	0
115	216	32	0	248	10	0	1
124	583	205	0	788	32	2	0
132	0	0	224	224	9	0	0
202	240	80	0	320	13	1	0
221	280	6	0	287	11	1	1
223	0	0	0	0	0	0	0
225	279	134	0	413	17	1	1
236	394	179	0	573	23	2	1
237	84	19	0	103	4	1	1
304	60	0	0	60	2	0	1
307	47	96	0	143	6	1	0
313	0	0	0	0	0	0	0
314	269	112	0	381	15	0	1
329	269	13	0	282	11	1	1
340	0	0	0	0	0	0	0
Total	3411	1174	224	4810	9.2	13	11

Sin embargo, en términos relativos y considerando que la cosecha fue de baja intensidad, los daños parecen ser considerables. A diferentes intensidades resultaron afectados un total de 33 [6%] árboles/ha es decir 13 árboles por cada uno de los cosechados.

Del total afectado fueron totalmente eliminados 14.3 árboles equivalente a una razón de 5.7 árboles por cada uno de los cosechados y 7.7 si además se suman aquellos que resultaron severamente dañados y que tienen pocas posibilidades de sobrevivir. La mayor parte de los árboles fueron afectados en los sitios de tala [66% del total dañado] por lo que se infiere que las labores de tumba fueron deficientes. A pesar de que el 82% de los árboles afectados resultó ser de las especies SsinU y Ter y solamente un 18% de las especies de los grupos de interés, es un hecho que no justifica la desorganización en los sitios de tala, principalmente porque estos son sitios de regeneración de la individuo deseable que se está cosechando.

La provisión de espacio y liberación de recursos para el establecimiento de especies de interés, es un resultado inmediato de este tipo de perturbaciones. En este caso puede citarse además, la disminución de la proporción de especies no comerciales. Pero, para que estos elementos se conviertan en ventajas en el proceso de manejo, se debe ir más allá del aprovechamiento mismo, es decir, sin intervenciones silviculturales nada de lo anteriormente dicho parece tener relevancia.

5.5 REGENERACION NATURAL

5.5.1 Abundancia de latizales en el bosque remanente

La medición de las 21 PPC antes del aprovechamiento indica la existencia de 438 latizales/ha. Luego del aprovechamiento se registraron 428 latizales/ha.

Los datos de abundancia por clase de iluminación después de la intervención se presentan en el Cuadro 31. En conjunto especies maderables de interés actual [PM + SconU] tienen una abundancia de 46 latizales/ha equivalente a 10.8% del total. Las PnoM tienen una abundancia de 11 latizales/ha equivalente al 2.6% del total. Los individuos restantes pertenecen a los grupos SsinU [63.8%] y Ter [22.7%] [Figura 19].

Respecto a los maderables de interés las cifras de abundancia parecen ser pobres si se comparan con valores mínimos de 75-100 latizales comerciales/ha sugeridos como necesarios para favorecer el manejo [Dawkins, 1958]. Un factor que incide en esta situación es el bajo número de especies con posibilidades actuales de comercialización; por otro lado, el mayor porcentaje de árboles ≥ 10 cm de dap de estos grupos no comerciales desfavorecen el establecimiento exitoso de la regeneración de valor comercial.

Respecto a las arbóreas no maderables [*Pimenta* sp y *Manilkara* sp.], la abundancia de latizales es igualmente precaria con 5.5 latizales/ha cada especie.

Cuadro 31. Abundancia [n = individuos/ha] en situación pre- post- aprovechamiento maderero [muestra = 2.73 ha].

Especies	PREAPRO-VECHAMIENTO		POSTAPROVECHAMIENTO								
	[N]	[%]	Clases de iluminación de copa					Totales		Grupo comercial	
			2	2.5	3	4	5	[n]	[%]		
<i>Swietenia</i> sp.	1.5	0.3	0.4	1.1					1.5	0.4	PM
<i>Manilkara</i> sp.	6.2		2.6	2.2	0.4	0.4			5.6		PnoM
<i>Pimenta</i> sp.	5.9		1.1	3.3	1.1				5.5		PnoM
Subtotal	13.6	3.1	3.7	5.5	1.5	0.4	0		11.1	2.6	
<i>Pseudobombax</i> sp.	1.8			1.8		0.4			2.2		SconU
<i>Astronium</i> sp.	2.2		1.1	0.7	0.4				2.2		SconU
<i>Aspidosperma stegomeres</i>	1.1		0.7	0.7					1.4		SconU
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	16.5		2.6	8.4	3.3				14.3		SconU
<i>Pseudolmedia</i> sp.	21.6		5.5	9.6	6.2	1.1			22.4		SconU
<i>Lonchocarpus</i> sp.	1.1		0.4	0.4	0.4				1.2		SconU
<i>Calophyllum</i> sp.	1.8			0.7	0.4				1.1		SconU
Subtotal	46.1	10.4	10.3	22.3	10.7	1.5	0		44.8	10.5	
<i>Brosimum costaricanum</i>	15		5.5	7.0	1.8	0.4			14.7		SsinU
<i>Pouteria amygdalina</i>	20.1		5.9	9.3	4.8	0.4			20.4		SsinU
Otras 36 sps	242.2										SsinU
Otras 37 sps			65.5	126.0	37.5	9.1	0.4		238.5		SsinU
Subtotal	277.3	63.2	76.5	142.3	44.1	9.9	0.4		273.6	64.0	
37 sps	101.0	23.0									Ter
34 sps			21.6	52.4	17.2	5.1	0.7		97.0	22.5	Ter
Total	438.0	100	112.9	223.6	73.5	16.9	1.1		428.0	100.0	
[%]			26.4	52.2	17.3	3.9	0.26		100.0		

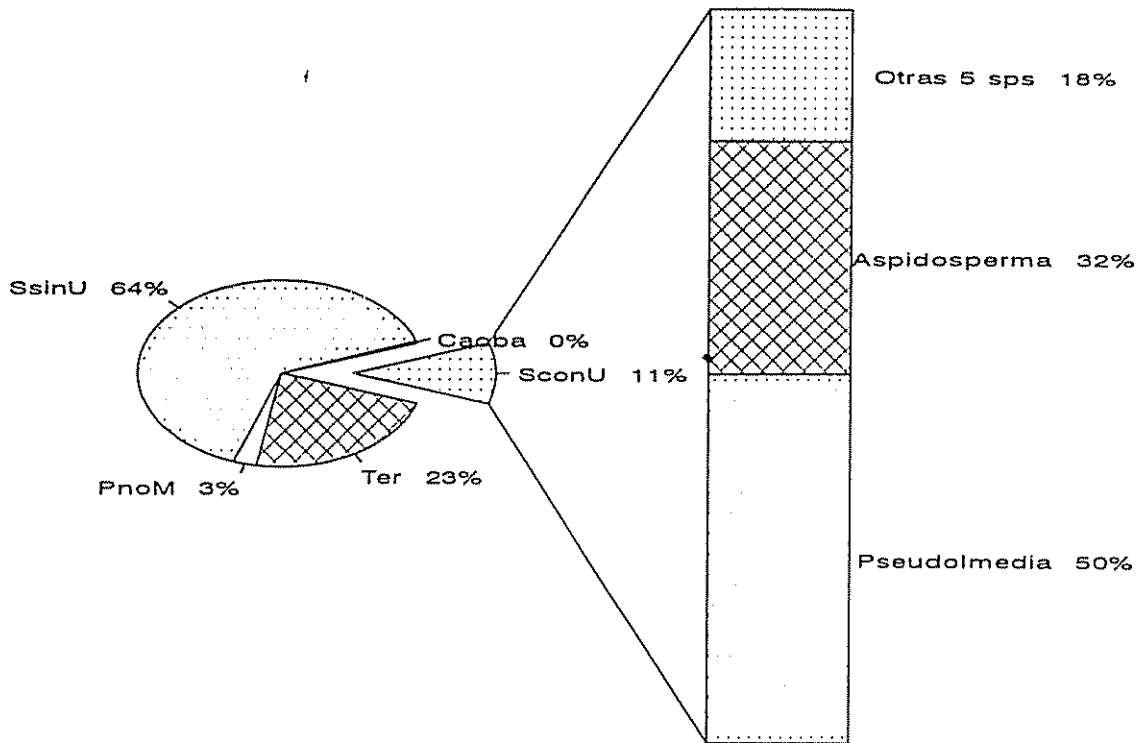


Figura 19. Abundancia porcentual de latizales por grupo de manejo en situación postaprovechamiento maderero.

5.5.2 Situación de brinzales: pre- y post- aprovechamiento maderero

La comparación se basa en información proveniente de 48 parcelitas de 4 m² instaladas dentro de las PPC [192 m²]. Todas quedaron exentas de algún tipo de perturbación directa debido a la intervención, por lo que la información es válida para observar el comportamiento de la abundancia de estos individuos en dos momentos separados por 1.93 años.

En el Cuadro 32 se presentan los valores de abundancia haciendo énfasis en las especies de los grupos de interés para el manejo. En la situación previa se registraron 42 especies y 41 en la posterior. La composición florística es muy similar ya que un 74% de todas las especies aparecen en ambos momentos con similares valores de abundancia.

Cuadro 32. Abundancia [n=individuos/ha] de brinzales por grupo de manejo en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero [muestra=192 m²]. [Comparaciones de abundancia con prueba t al 95%].

Especies	Pre-aprovecham.		Post-aprovecham.		Grupo de manejo	Grupo ecológico
	[n/ha]	[%]	[n/ha]	[%]		
<i>Swietenia</i> sp.	52	0.2	00	0.0	PM	HD
<i>Sabal</i> spp.	260	1.2	250	1.1	PnoM	EP
<i>Manilkara</i> sp.	729	3.3	598	2.7	PnoM	EP
<i>Pimenta</i> sp	312	1.4	272	1.2	PnoM	EP
<i>Aspidosperma stegomeres</i>	365	1.6	54	0.2	SconU	EP
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	000	0.0	217	1.0	SconU	EP
<i>Pseudolmedia</i> sp.	1875	8.4	1522	6.9	SconU	EP
<i>Calophyllum</i> sp.	208	0.9	54	0.2	SconU	EP
<i>Pouteria durlandii</i>	6927	31.0	8533	39.0	SsinU	EP
Otras 17 sps	3646	16.3			SsinU	
Otras 18 sps			3043	14.0	SsinU	
17 sps	7969	35.7			Ter	
16 sps			7391	33.7	Ter	
Total	22343 ^{ns}	100.0	21934 ^{ns}	100.0		

[diferencias no significativas $p > t = 0.77$]

Ningún individuo de *Swietenia* sp. registrado en la primera evaluación se encontró en la segunda. Esto muestra la incapacidad de la especie para establecerse y crecer en las condiciones de iluminación que prevalecen bajo dosel. Las especies maderables de interés actual suman abundancias de 3801 brinzales/ha equivalente a solo un 17% del total, durante la medición inicial. En el segundo momento las cifras de abundancia son de 2967 equivalentes al 13% del total. En ambos casos la abundancia supera los 2000 brinzales/ha cifra que se consideró mínima para garantizar la sostenibilidad de la producción en los bosques de Uganda [Dawkins, 1958]. Sin embargo, solamente la especie *Pseudolmedia spuria* acumula el 51% de los brinzales comerciales en el segundo momento.

La abundancia de las arbóreas no maderables supera un mínimo de 100 individuos por hectárea, situación que parece precaria si se considera la inestabilidad en abundancia que presentan los individuos pequeños. No obstante, por su naturaleza esciofita la probabilidad de establecimiento puede ser mayor que la de otras heliofitas.

5.5.3 Regeneración natural en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento

5.5.3.1 Abundancia y condiciones de iluminación generales

La caracterización general de la regeneración en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento se basa en 61 parcelas de 9 m² instaladas en claros de tumba [31], patios de acopio [12] y pistas de arrastre [18]. Con fines comparativos se incluyen en el análisis 20 parcelas más de iguales dimensiones instaladas bajo bosque, mismas que no presentaron evidencia de perturbación directa.

En los sitios perturbados, las parcelas se ubicaron sistemáticamente con el criterio de localizar y luego evaluar la regeneración. Se hicieron observaciones únicamente de plántulas y brinzales ya que estos últimos representan los individuos de tamaño máximo establecidos después de provocada la perturbación.

En un primer análisis acerca de los brinzales, se incluye el conjunto de 81 parcelas, cada una de las cuales, reúne diferentes condiciones relativas de iluminación [Cuadro 33]. La abundancia global es de 26808 brinzales un tanto mayor que lo encontrado antes del aprovechamiento y después del mismo, pero sin perturbación directa [Cuadro anterior 32]. Se registraron 62 especies, 20 mas que en los sitios inalterados, varias de ellas heliófitas que fueron mas frecuentes en claros de tumba y patios de acopio donde las condiciones de iluminación son mejores [3, 4 y 5 de Clark y Clark]. Entre ellas *Cecropia* spp., *Bernardia* sp. y *Acacia* sp..

Swietenia sp. solo se registró en claros de tumba donde es posible que las copas reciban iluminación vertical. Esciófitas como *Pseudolmedia spuria* del grupo SconU y *Pouteria durlandii* SsinU son igualmente abundantes en todas las condiciones relativas de iluminación.

En este conjunto de condiciones la abundancia absoluta de las especies maderables de interés para el manejo es de 1546 brinzales/ha, cifra menor que en los sitios sin perturbación. La proporción respecto al total es de 6%, aún menor, ya que aquí la riqueza florística es mayor y la mayoría sin valor comercial.

La situación de las arbóreas no maderables es prácticamente la misma que en sitios sin perturbación directa, ya que las tres especies oscilan alrededor de 100 brinzales/ha.

Cuadro 33. Abundancia [n=brinzales/ha] por clase de iluminación de brinzales en micrositios de perturbación post-aprovechamiento maderero [muestra = 729 m²]. Prueba de F para rangos y de Duncan al 95% para la abundancia.

Especies	Clases de iluminación de copa				Totales		Grupo Comercial	Grupo Ecol.
	2	2.5	3	4	[N]	[%]		
caoba				14	14	0.1	PM	HD
Sabal spp.	60	70	40	40	200		PnoM	EP
Chico zapote	14	55	41	41	151		PnoM	EP
Pimienta		123	27	110	260		PnoM	EP
					611	2.2		
Jobillo	14		41	13	68		SconU	EP
Aspidosperma sp.		82	109	96	287		SconU	EP
Pseudolmedia sp.	137	233	301	466	1137		SconU	EP
Manchiche		13		13	26		SconU	EP
Santa maría			14		14		SconU	EP
					1532	5.7		
Ramón oreja mico		13		27	40		SsinU	EP
Silión	14	164	123	68	369		SsinU	EP
Otras 32 sps	233	2155	1441	4555	8384		SsinU	
					8793	33.0		
Guarumo			27	206	233		Ter	HD
Otras 29 sps	631	4033	3183	7768	15625		Ter	
					15858	59.0		
Total	1093	6941	5347	13427	26808	100		
[%]	4.0	26.0	20.0	50.0	100			
Duncan [95%]	a	a	a	b				

5.5.3.2 Situación en ambientes diferenciados por la perturbación

[a]. Distribución de las especies por gremio ecológico y grupo de manejo

En general, todos los sitios muestran mayor abundancia de especies esciofitas, con valores porcentuales que van de 40 a 60% del total de brinzales/ha. La excepción son los patios de acopio, los sitios alterados de mayores dimensiones. En estos un 62%

del total de brinzales/ha son heliófitos durables y un 5% son heliofitos efímeros. Sin embargo, en todos los sitios la abundancia de las especies maderables y no maderables de interés es sumamente baja con cifras máximas de 15% de las especies SconU y menos del 1% para las PM. Estas últimas se observaron solamente en los claros de tumba. Las PnoM no superan un 5% de la abundancia total y en general son más frecuentes en sitios menos alterados [Cuadro 34 y Figura 20].

Cuadro 34. Abundancia porcentual de brinzales por gremio ecológico y grupo de manejo en diferentes ambientes de perturbación.

Grupos ecológicos	Ambientes de perturbación			
	Claros de tumba	Patios de acopio	Pistas de arrastre	Bosque sin perturbación
EP	45.5	14.0	61.0	52.0
HD	27.0	62.0	15.0	16.0
HE	0.5	4.0	2.0	2.0
NC	27.0	20.0	22.0	30.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Grupos de manejo				
PM	0.2	0.0	0.0	0.0
PnoM	3.0	0.0	5.0	5.0
SconU	12.0	5.0	8.0	15.0
SsinU	49.0	67.0	61.0	46.0
Ter	35.8	28.0	26.0	34.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

[b]. Estructura de tamaños

Para caracterizar la regeneración de brinzales por clases de altura se definieron seis rangos de 20 cm cada uno. Se encontró que en todos los ambientes perturbados la clase inferior [30-49 cm] es la que concentra el mayor número de individuos; mientras que en bosque sin perturbación el mayor número de individuos tiene una altura ≥ 110 cm.

En las pistas de arrastre, afectadas más seriamente por el tránsito y el pisoteo, la dominancia de brinzales de poca altura es más acentuada con cifras que llegan al 78% del total.

En sitios más abiertos como los claros y los patios de acopio el mayor porcentaje de individuos [65-70%] tiene alturas no mayores de 70 cm [Figura 21].

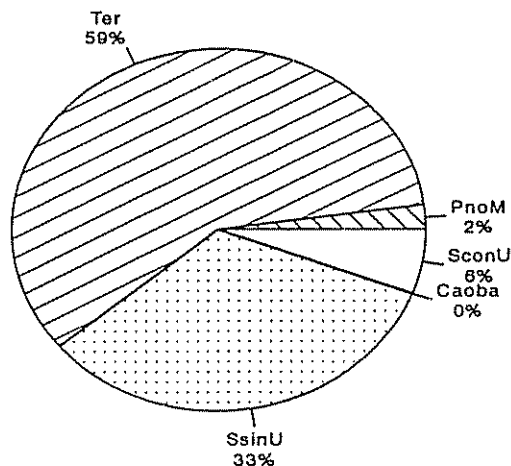


Figura 20. Abundancia porcentual de la regeneración natural de brinzales de diferentes grupos de manejo, en sitios perturbados por el aprovechamiento maderero.

[c]. Distribución de frecuencias

El análisis de frecuencias es interesante en tanto que respalda los resultados de abundancia ya citados arriba. El mayor porcentaje de especies se ubica en rangos de frecuencia inferiores, lo cual indica que son raras o poco abundantes. La mayoría de las especies de interés para el manejo se caracterizan por frecuencias bajas.

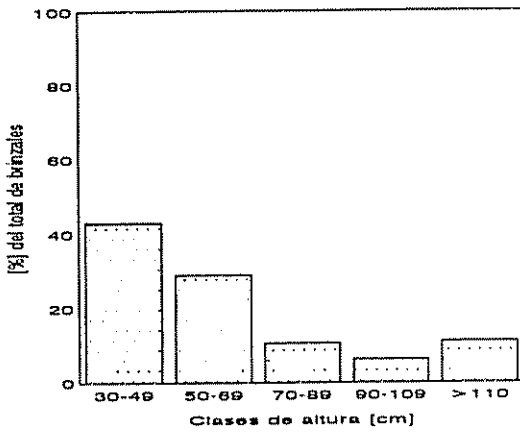
Todos los sitios presentan una distribución diferente a la que establece la distribución de frecuencias de Raunkiaer, lo cual es razonable ya que esta es principalmente válida en poblaciones no intervenidas. Aún el bosque sin perturbación directa carece de ajuste a esta ley, entre otros factores, por considerar únicamente especies arbóreas de sotobosque [Figura 22].

5.5.3.3 Abundancia de plántulas

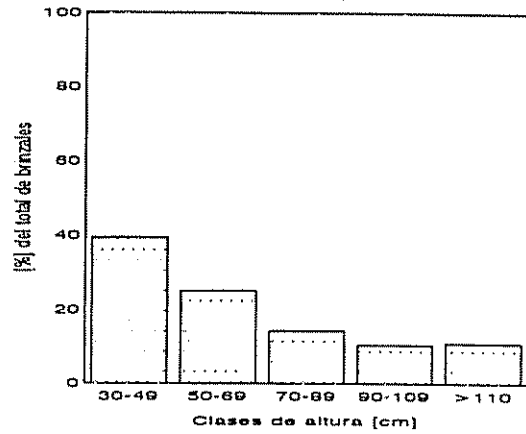
Las plántulas son individuos cuya abundancia es aún más variable, sin embargo, en el marco de la verificación de condiciones para el establecimiento de las especies de interés, se realizaron observaciones en las mismas parcelas utilizadas para brinzales: 81 de 9 m². En términos generales, las tendencias son las mismas que se observaron en brinzales: un bajo porcentaje de plántulas son de las especies de interés. De unas 33000 plántulas/ha un 7.5% son de las especies maderables de interés y un 10% son de las arbóreas no maderables. Al igual que en brinzales, *Pseudolmedia spuria* es la especie que mayor abundancia presenta entre el grupo de las SconU.

En los claros de tumba y patios de acopio, arriba de un 60% de las plántulas tienen una frecuencia de ocurrencia máxima de 20% y el caso del segundo ambiente los rangos arriba de 60% no están representados.

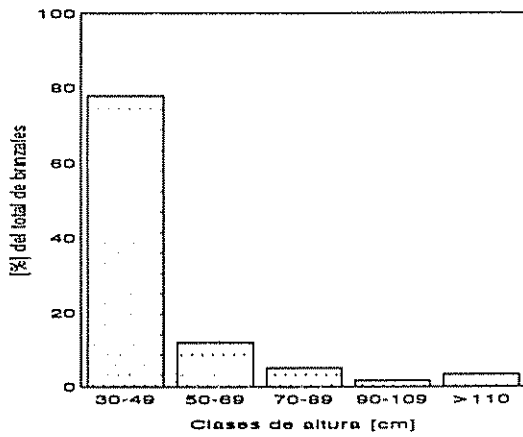
claros de tumba



patios de acopio



pistas de arrastre



Bosque sin disturbio directo

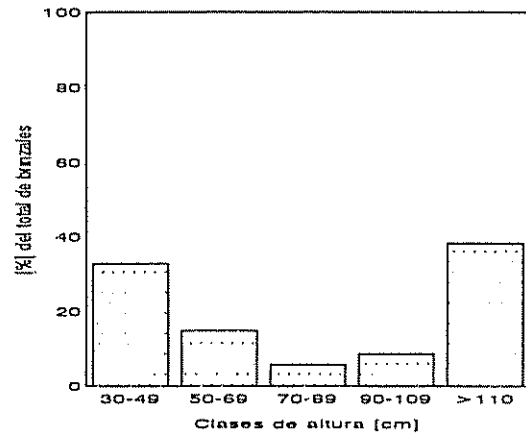


Figura 21. Distribución por clases de altura de los brinzales establecidos en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero de Yarché-1.

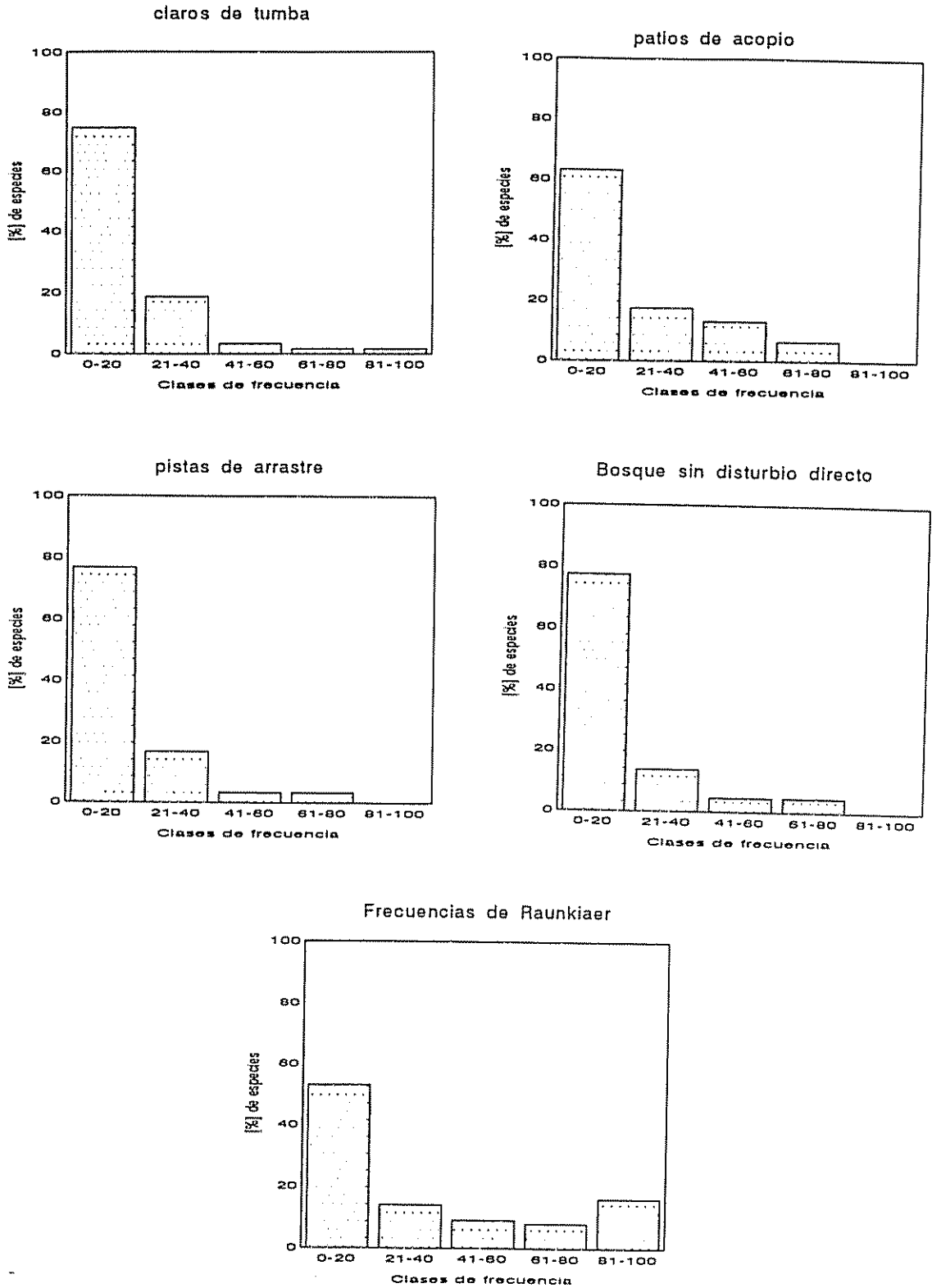


Figura 22. Distribución de frecuencias de los brinzales establecidos en micrositios de perturbación provocados por el aprovechamiento maderero de Yarché-1.

5.5.4 Discusión

Después de 0.87 años [10 meses] de realizado el aprovechamiento maderero, los micrositios de perturbación se vieron repoblados por diferentes especies, la mayoría [alrededor de 50%] del gremio de las esciófitas parciales, lo cual es razonable ya que un 55% de las especies arbóreas [dap \geq 10 cm] de gremio ecológico conocido, pertenecen a éste [sección 5.2.2.3].

Las heliófitas son menos abundantes aunque tienen presencia en todos los micrositios, inclusive fueron las mas abundantes [62% del total] en uno de los patios de acopio mas extensos.

Unicamente el 6% del total de las especies que se establecen en estos sitios pertenecen a los grupos de interés para el manejo. *Swietenia* sp. solamente se encontró en el patio de acopio más grande y prácticamente estaba siendo desplazada por el crecimiento agresivo de heliófitas efímeras y algunas esciófitas que crecen en todos los rangos de iluminación como *Pseudolmedia spuria*, *Pouteria amygdalina*, *Manilkara* sp. y *Sabal* spp.

La reconstrucción de estos sitios, que se vio acelerada a causa de las lluvias que iniciaron pocos días después de finalizadas las evaluaciones, será un factor limitante para el establecimiento exitoso de las especies de interés sobre todo de las heliófitas.

Varias razones para pensar así son las siguientes: los sitios se están repoblando con especies esciófitas, abundantes en sitios con variadas condiciones de iluminación; especies como *Swietenia* sp. y *Cedrela* sp. no tienen una adecuada diseminación de semillas hacia estos sitios por lo que las aperturas no han sido aprovechadas desde antes de su reconstrucción y el banco de semillas del suelo parece ser pobre lo cual está ligado a la escasez de estas especies.

Riswan y Kartawinata [1991] al hablar de factores que condicionan la composición florística en sitios perturbados enfatizan en el tipo de perturbación, la localización y abundancia de los individuos remanentes, la riqueza del banco de semillas en sitios no afectados por perturbaciones, la inmigración de especies, entre otros.

No obstante lo anterior, la escasa regeneración de las especies de interés [sobretudo los heliofitas durables] no debiera ser un factor limitante definitivo en el manejo, siempre y cuando se sigan criterios silviculturales tendientes a favorecer su establecimiento y desarrollo.

5.6 CRECIMIENTO DE ESPECIES ARBOREAS

5.6.1 Reclutamiento y mortalidad natural

Considerando un límite diamétrico inferior de 10 cm se registraron 4.8 ingresos/ha/año, equivalente a 0.8% del total de árboles/ha \geq 10 cm de dap. El total de árboles reclutados pertenece a 22 especies, siendo *Pouteria durlandii*, *Pseudolmedia spuria* y *Sebastiania* sp. las más frecuentes con un 30% del total; las dos primeras son especies esciófitas y la última una heliófita. Los ingresos/ha/año de las especies de los grupos de interés son: *Manilkara* sp. [0.2], *Pimenta* sp. [0.2], *Aspidosperma megalocarpon* [0.2] y *Pseudolmedia spuria* [0.8].

La mortalidad natural global se estima en 12.4 individuos/ha/año equivalente a 2.2% del total de árboles/ha con dap \geq 10 cm. Del total de especies que presentaron mortalidad, 11 son esciófitas, 11 heliófitas y 10 de gremio indeterminado.

En términos absolutos, el mayor número de árboles que presentaron mortalidad pertenecen a la clase 10-19.9 [60% tienen un diámetro máximo de 20 cm y el 78% un diámetro máximo es de 30 cm]. Sin embargo, la probabilidad de muerte expresada como el porcentaje de mortalidad respecto al número total de individuos de la clase diamétrica, varía de 1.7% para la clase de 20-29.9 cm a 3% para la clase 30-39.9 cm [Cuadro 35]. Aunque la mortalidad está expresada en términos anuales, no se sabe si el fenómeno es constante a través de los años, sin embargo, los valores de mortalidad natural casi triplican a los de reclutamiento.

Cuadro 35. Mortalidad natural anual por clase diamétrica y grupos de manejo en Yarché-1 [árboles/ha \geq 10 cm de dap].

Clase diamétrica [cm]	Grupos de manejo				Totales	
	PnoM [2 sps]	SconU [3 sps]	SsinU [16 sps]	Ter [11 sps]	[n/ha]	[pm%]
10-19.9	0.52	0.52	4.70	1.64	7.38	2.2
20-29.9	0.25	0.61	1.16	0.25	2.27	1.7
30-39.9		0.13	1.39	0.25	1.77	3.0
\geq 40			0.85	0.13	0.98	2.4
Total	0.77	1.26	8.10	2.27	12.4	2.2
[% del grupo]	1.5	2	2.0	4.2		

[pm] = probabilidad de muerte expresada como porcentaje respecto al total de árboles de la clase diamétrica.

El reclutamiento hacia la clase de latizales, límite diamétrico inferior de 5 cm, muestra cifras mayores a las anteriores. Se reclutaron 19 individuos/ha/año [4.3%] de 30 especies, siendo nuevamente la más frecuente *Pouteria durlandii*. Los ingresos/ha/año de las especies de los grupos de interés son: *Pimenta* sp. [0.4], *Pseudobombax* sp. [0.8], *Aspidosperma stegomeres* [0.4], *Aspidosperma megalocarpon* [0.7] y *Pseudolmedia spuria* [0.8].

La mortalidad natural en brinzales alcanza la cifra de 12 individuos/ha/año, equivalente a 2.7% del total de latizales/ha, 9 especies son esciófitas, 7 heliófitas y 10 de gremio indeterminado.

Para los brinzales la tasa de reclutamiento es mayor que la de mortalidad.

5.6.2 Crecimiento diamétrico y en área basal para todas las especies

Los análisis realizados están basados en una muestra general de 2131 árboles de 92 especies. Diferentes tipos de análisis asociando los incrementos diamétricos y en área basal con variables intrínsecas o ambientales fueron realizados con conjuntos de un número variable de individuos. Estas agrupaciones se hicieron con el fin de trabajar con subpoblaciones más homogéneas.

Independientemente de las agrupaciones realizadas, la distribución del número de árboles por clase de incrementos mostró predominantemente sesgos positivos con valores de mediana y moda inferiores a la media y con coeficientes de variación mayores a 50%. Por esta razón los resultados aquí presentados están basados en incrementos medianos anuales cuyos valores expresan más convenientemente la situación de un mayor número de árboles. No obstante, con fines comparativos se presentan los valores medios del incremento.

El análisis que incluye los 2131 individuos muestra un bosque que crece lentamente con incrementos medianos por clase diamétrica que van de 1.6 a 2.9 mm. El incremento en área basal por hectárea es de 0.0015 m² incluyendo todos los árboles con dap \geq 10 cm. La prueba de F para los rangos de los incrementos medios anuales, señala diferencias significativas entre clases diamétricas. El comparador Duncan para las medias de los rangos indica que árboles con dap \geq 50 cm tienen incrementos diamétricos significativamente mayores [Cuadro 36].

Cuadro 36. Incremento medio anual [ima] y mediano anual [imeda] en diámetro y área basal global para los bosques de Yarché-1. [Prueba de F y Duncan para rangos de los incrementos medios anuales, 95% de confianza].

Clases diamet. [cm]	[n/ha] real	[n] muestra	ima [mm]	imeda [mm]	ima [m ² /ha]	imeda [m ² /ha]	Duncan [95%]
≥ 50	17.3	43	3.6	2.9	0.00038	0.00012	a
30-39.9	58.5	227	2.9	2.1	0.00082	0.00020	b
40-49.9	22.8	88	2.4	1.7	0.00025	0.00005	bc
20-29.9	130.1	482	2.3	2.1	0.00110	0.00045	c
10-19.9	336.5	1291	2.1	1.6	0.00251	0.00068	c
TOTALES	565.2	2131			0.00506	0.00150	

Duncan [95%] = clases diamétricas con la misma letra no difieren entre si.

1,758 árboles de 37 especies con grupo ecológico conocido, 66% de los cuales son esciófitos y el resto heliófitos durables, fueron sometidos a un análisis similar al anterior. A nivel de incrementos, las heliófitas no muestran diferencias estadísticamente significativas entre los conjuntos de individuos correspondientes a cada clase diamétrica, a excepción de la clase diamétrica mayor [dap ≥ 50 cm]. En el gremio de las esciofitas, la clase diamétrica de menor tamaño [10-19.9 cm] muestra incrementos significativamente menores al resto de individuos. Individuos ≥ 50 cm de dap muestra los mayores incrementos en este gremio [Cuadros 37 y 38]

Cuadro 37. Incremento medio anual [ima] y mediano anual [imeda] en diámetro y área basal para el conjunto de individuos heliófitos en Yarché-1. [Comparación entre clases diamétricas utilizando la prueba t de medias independientes].

Clases diamet. [cm]	[n/ha] real	[n] muestra	ima [mm]	imeda [mm]	ima [m ² /ha]	imeda [m ² /ha]	Duncan [95%]
≥ 50	5.2	7	3.9	2.1	0.000170	0.000018	a
30-39.9	20.8	73	3.0	2.6	0.000250	0.000110	b
20-29.9	41.4	154	2.8	2.2	0.000497	0.000143	b
10-19.9	87.7	333	2.5	1.7	0.001052	0.000176	b
40-49.9	5.4	20	2.1	1.6	0.000040	0.000012	b
Totales	160.5	587			0.002009	0.000460	

Duncan [95%] = clases diamétricas con la misma letra no difieren entre si.

Cuadro 38. Incremento medio [ima] y mediano [imeda] anual en diámetro y área basal para el conjunto de individuos esciófitos en Yarché-1. Comparación entre clases diamétricas utilizando la prueba t de medias independientes].

Clases diamet. [cm]	[n/ha] real	[n] muestra	ima [mm]	imeda [mm]	ima [m ² /ha]	imeda [m ² /ha]	Duncan [95%]
≥ 50	10.6	33	3.6	2.9	0.000227	0.000070	a
30-39.9	29.5	126	2.8	1.6	0.000413	0.000059	b
40-49.9	14.5	56	2.4	1.6	0.000174	0.000029	bc
20-29.9	58.1	241	2.3	2.1	0.000434	0.000201	cd
10-19.9	158.0	715	1.9	1.6	0.000891	0.000318	d
Totales	270.7	1171			0.002139	0.000677	

Duncan [95%] = clases diamétricas con la misma letra no difieren entre si.

5.6.3 Relación de los incrementos con factores intrínsecos y ambientales

Los análisis de correlación muestran que en este bosque el porcentaje de la varianza de los incrementos que explica un determinado factor intrínseco o ambiental individual fue menor de 50% en todos los casos. No obstante, son relativamente altos los valores de correlación encontrados entre el incremento y los valores de forma e iluminación de copa. Tendencias similares para estos mismos factores han sido reportadas en bosques de Costa Rica [Finegan, 1993a; Siteo, 1992].

Las pruebas estadísticas no paramétricas [Mann-whitney] muestran diferencias significativas entre grupos ecológicos a nivel de diferentes categorías de forma e iluminación de copa. Individuos con copas mejor formadas y mejor iluminadas crecen más rápidamente. En el caso de las heliófitas la variación del incremento es explicada en un 49% por la forma de copa.

Las heliófitas muestran una tendencia de incrementos mayores respecto a las esciófitas cuando existe una copa bien formada, en caso contrario no parecen existir diferencias [Cuadro 39].

Respecto a la iluminación de la copa, la variación de los incrementos es explicada hasta en un 26% por este factor ambiental. En condiciones de buena iluminación no parecen existir diferencias entre los incrementos. Sin embargo, en las condiciones dominantes de iluminación [2.5=luz principalmente lateral], las diferencias son significativas con mayores incrementos para las esciofitas [Cuadro 40].

Cuadro 39. Incrementos diamétricos medios anuales [ima] y medianos anuales [imeda] de individuos diferenciados por forma de copa en dos gremios ecológicos [Pruebas de Mann-Whitney y coeficientes de correlación Spearman al 95% de confianza].

Forma de copa	Heliofitas			Esciofitas			Mann Whitney [P>Z]
	muestra [n]	ima [mm]	imeda [mm]	muestra [n]	ima [mm]	imeda [mm]	
Perfecta	25	6.3	5.7	91	3.6	3.1	0.0001**
Buena	157	3.9	3.6	462	2.5	2.1	0.0001**
Tolerable	266	2.3	1.6	436	1.8	1.4	0.0098**
Pobre	94	0.9	0.7	122	1.3	0.7	0.4370 ^{ns}
Muy pobre	45	0.8	0.5	60	0.8	0.5	0.8155 ^{ns}
Corr. Spearman	[0.49]			[0.33]			

[] Pruebas de correlación y Mann-Whitney basadas en incrementos de árboles individuales

Cuadro 40. Incrementos diamétricos medios anuales [ima] y medianos anuales [imeda] de individuos diferenciados por iluminación de copa en dos gremios ecológicos [Pruebas de Mann-Whitney y coeficientes de correlación Spearman al 95% de confianza].

Iluminación de copa	Heliofitas			Esciofitas			Mann Whitney [P>Z]
	muestra [n]	ima [mm]	imeda [mm]	muestra [N]	ima [mm]	imeda [mm]	
Completa. expuesta	45	2.9	2.6	78	3.8	3.6	0.062 ^{ns}
Plena superior	174	3.1	2.1	425	2.9	2.1	0.012*
Alguna luz sup.	222	2.8	2.1	409	2.2	2.1	0.040*
Lateral alta	139	1.5	1.0	205	1.7	1.4	0.240 ^{ns}
Lateral baja	7	0.6	0.6	54	1.2	0.7	0.150 ^{ns}
Corr. Spearman	[0.26]			[0.24]			

[] Pruebas de correlación y Mann-Whitney basadas en incrementos de árboles individuales

Otras variables intrínsecas y ambientales presentaron asociación con valores de incremento diamétrico. Con una significancia de 95% los coeficientes de correlación [Spearman] encontrados son: calidad de fuste [-0.17] e intensidad de daño provocado por el aprovechamiento [-0.15]. Sin asociación con los incrementos diamétricos se encontraron los factores incidencia de lianas en copa e incidencia de lianas en fuste.

5.6.4 Especies que comparten similares distribuciones de incrementos

El análisis se realizó con 1981 árboles ≥ 10 cm de dap de 39 especies que tienen un mínimo de 5 individuos para los grupos PM, SconU, PnoM y un mínimo de 10 individuos para los grupos SconU y Ter. Utilizando el procedimiento "univariate" de SAS se obtuvieron los valores de incremento diamétrico correspondientes a cuatro cuartiles estadísticos: q100% [incremento máximo], q75%, q50% [incremento mediano] y q25%. Cada una de esta variables por especie, se sometió a pruebas de agrupamiento.

El análisis cluster y las pruebas de criterios para selección de número de grupos [cubico, pseudo T y pseudo F], muestran la diferenciación de cuatro grupos. El análisis discriminante canónico además de confirmar la agrupación muestra que las variables incremento máximo [q100%], expresado en la variable canónica 1 [can1] e incremento mediano [q50%], expresado en la variable canónica2 [can2] son las que definen la agrupación [Figura 23]. Las características de cada grupo se resume en el Cuadro 41, siendo necesario retomar dos elementos:

[a]. Cuando el análisis se realizó haciendo agrupaciones por gremio ecológico, clase diamétrica, forma de copa o la clase de iluminación de copa, los valores de incremento siempre mostraron un sesgo positivo, razón por la cual, el incremento mediano debiera utilizarse para caracterizar y proyectar el crecimiento del conjunto de individuos.

[b]. Cuando el análisis, como en esta sección, está basado en variables que expresan el rango de incrementos de la especie, es posible identificar grupos cuya distribución de incrementos muestra diferentes valores de sesgo.

La distribución de incrementos del grupo 3 es bastante simétrica y en el caso del grupo 1 hasta existe cierto sesgo negativo, en cuyo caso el incremento medio anual es adecuado para caracterizar la velocidad de crecimiento. Al contrario los grupos 2 y 4 muestran distribuciones de incrementos con un evidente sesgo positivo.

Por otro lado, cada grupo está formado por especies independientemente del gremio ecológico al que han sido asignadas. Aunque en general se ha demostrado que especies heliofitas crecen más rápidamente que especies esciófitas, cada individuo está expuesto a factores de sitio que influyen en su crecimiento y desarrollo, sea éste heliofito o esciófito. Es ya dentro de estos grupos que debieran establecerse tales comparaciones.

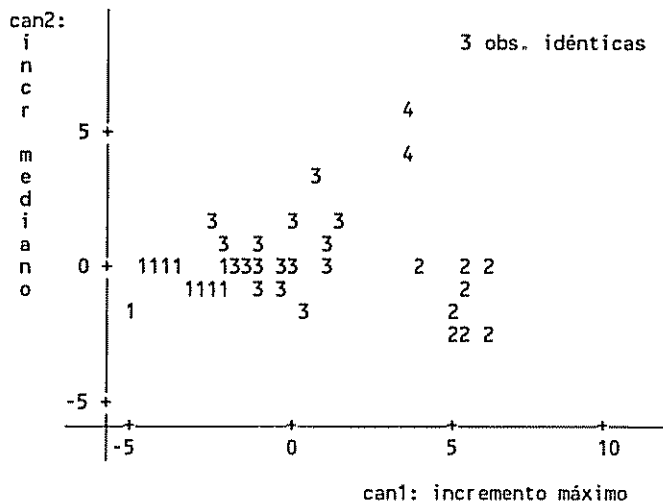


Figura 23. Grupos de árboles [1 a 4] diferenciados principalmente por incrementos máximos [CAN1] e incrementos medianos [CAN2].

Cuadro 41. Resumen de las características de los grupos formados por incrementos mostrados en cuatro cuartiles estadísticos.

no. grupo	no. sps	Descripción
1	12	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Astronium graveolens</i> , <i>Aspidosperma stegomeres</i> , y otras de los grupos SsinU y Ter; 4 heliofitas durables, 4 esciofitas y 4 de gremio indeterminado; incrementos medianos mas bajos con un rango que va de 0.7 a 2.1 mm anuales; distribución de incrementos levemente sesgada a la izquierda.
2	8	<i>Brosimum costaricanum</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Guarea tonduzii</i> y otras especies SsinU Y Ter; 3 heliofitas, 4 esciofitas y 1 indeterminada; tiene los mayores incrementos máximos e incrementos medianos que van 0.5 a 3.1 mm anuales; distribución con sesgo positivo.
3	17	<i>Swietenia macrophylla</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i> , <i>Aspidosperma megalocarpon</i> , <i>Pseudolmedia spuria</i> , <i>Manilkara zapota</i> , <i>pimenta dioica</i> y otras especies SsinU y Ter; 4 heliofitas, 7 esciofitas y 6 indeterminadas; incrementos medianos que van de 1.4 a 4.2 mm anuales; distribución de incrementos bastante simétrica.
4	2	<i>Pseudobombax ellipticum</i> y <i>Ampelocera hottlei</i> , ambas heliofitas; incrementos medianos mas altos de 6.1 y 6.7 mm anuales; distribución de incrementos bastante simétrica.

5.6.5 Discusión

Es evidente que individuos mejor iluminados y con copas más vigorosas tienen más posibilidades para incrementar su tamaño que aquellos individuos precarios. Este resultado es importante ya que estos son dos de los factores que pueden ser manipulados durante las intervenciones silviculturales que persiguen aumentar la cantidad de sitios mejor iluminados.

No obstante estas tendencias, los bosques de Yarché-1 parecen crecer muy lentamente ya que los resultados globales muestran bajos incrementos diamétricos y en área basal. Aunque aquí se muestran tendencias, el período de estudio [1.93 años] parece no ser suficiente para demostrar concluyentemente que tales tendencias son válidas para los bosques de la zona. Sin embargo, hay razones para pensar que se tendrán limitaciones para asegurar una segunda cosecha bajo los ciclos de corta establecidos para Yarché-1: 25 años para especies SconU y 40 años para especies PM.

Localmente, aún se carece de datos de incremento bajo el efecto de intervenciones silviculturales, pero en todo caso, un aumento del 100%, reportado para otros sitios, aún seguiría siendo limitante sobretodo si se considera que el número de especies bajo manejo es reducido, la mayoría con abundancias relativamente bajas.

Es clara la necesidad de ampliar no solo el período de medición sino los dispositivos experimentales. Con lo primero podrían eliminarse sesgos debidos a posibles períodos de stress provocados por efectos del clima u otro factor. Con lo segundo, se podría hacer análisis basados en un mayor número de individuos de las especies que interesan para el manejo. La escasez de ellas imposibilita reunir una muestra adecuada para un rango más amplio de factores sobre todo el diámetro.

5.7 EVALUACIONES EN BAYAL [*Desmoncus* spp]

5.7.1 Caracterización de la población

5.7.1.1 Distribución espacial

Las pruebas de χ^2 indican que la abundancia de la subpoblación de plantas establecidas se ajusta a una distribución binomial negativa, misma que explica un patrón de distribución espacial en agregados. En este caso, los agregados tienen al menos un tamaño de 100 m² y el resultado es un indicador de la tendencia de la población. Para fines de muestreo, específicamente para la determinación del tamaño

de las unidades o parcelas de evaluación, se precisa conocer el tamaño de los agregados, lo cual implica un proceso en el que la prueba de bondad de ajuste se aplica a datos provenientes de unidades de medición que se duplican cada vez, hasta que la distribución tiende a ser aleatoria.

Ya que la perturbación del aprovechamiento fue evaluada a nivel de parcelas con superficie de 100 m², estos datos son útiles para registrar un posible impacto en los agregados y la distribución de la población.

5.7.1.2 Influencia de factores microambientales en la abundancia y distribución

El análisis cluster considerando la abundancia de plantas establecidas y factores de sitio [pendiente, profundidad del suelo, drenaje, pedregosidad y microtopografía], muestra dos únicos grupos bien diferenciados por la presencia o ausencia de bayal.

El primer grupo, muy pequeño [6% de la muestra], donde el bayal no ocurre. Representa las condiciones extremas de sitio ya señaladas en la sección 5.2.1. Son menos frecuentes, muy quebrados con pendientes que superan valores de 53%, desde pedregosos hasta extremadamente pedregosos, excesivamente drenados y suelos cuya profundidad no supera 15 cm.

El segundo grupo y mas amplio, representa las condiciones de sitio dominantes de Yarché-1: ondulaciones con micrositos muy planos o levemente inclinados. En relación a plantas establecidas⁵ en estas condiciones, el bayal se encuentra por todas partes con dos rangos de abundancia relativamente diferenciados:

[a]. 0-4 plantas/100 m² [82% de la muestra]: en sitios con las condiciones intermedias de pendiente [20-50%], pedregosidad [moderada a pedregoso], profundidad del suelo [15-30 cm] drenaje [moderado a bien drenado] y microtopografía [ondulado a microaccidentado].

[b]. 4-10 plantas/100 m²[12% de la muestra]: en sitios que parecen ser los mejores para el establecimiento del bayal y seguramente son los que definen los agregados: sin piedras o muy escasas, imperfectamente a moderadamente bien drenados, profundos [30-60 cm], planos a suavemente ondulados con pendientes de 0-20%.

⁵ En esta sección las plantas establecidas son aquellas que tienen un tallo con altura mínima de 50 cm, incluyendo: regeneración establecida, juveniles y adultas en crecimiento y en reposo.

Considerando estas variaciones a nivel de micrositio, la abundancia global incluyendo todas la clases de tamaño de bayal es de 415 plantas/ha y de 91 plantas/ha [$S = 98.3$] si se consideran solamente las plantas adultas en crecimiento y en reposo.

Dentro de estas condiciones de sitio, el análisis discriminante canónico indica que la profundidad y el drenaje del suelo son las variables que mas aportan en la definición de los grupos, mismas que están altamente correlacionadas con la pendiente y la pedregosidad del sitio. La profundidad parece explicar hasta un 42% de la variación en la abundancia, con una tendencia directamente proporcional: aumenta el número de plantas establecidas en sitios mas profundos [Cuadro 42].

Cuadro 42. Coeficientes de correlación [Spearman] entre la abundancia de diferentes subpoblaciones de *Desmoncus* spp y variables de sitio [todos los coeficientes son significativos al 95% de confianza].

Subpoblaciones	Variables de sitio				
	pedregosidad	drenaje	pendiente	profundidad del suelo	microtopografía
Establecidas	-0.24	-0.37	-0.27	0.42	-0.32
Regeneración establecida + juveniles	-0.21	-0.16	-0.10	0.23	-0.20
Adultas en crecimiento	-0.11	-0.16	-0.08	0.21	-0.15
Adultas en reposo	-0.10	-0.37	-0.28	-0.31	-0.25

5.7.1.3 Caracterización de los estados de desarrollo

5.7.1.3.1 Clasificación y estado de los tallos

El criterio que se ha utilizado en el Proyecto Olafo [Marmillod et al., 1994; Chinchilla, 1994] para asignar las plantas a un determinado estado de desarrollo está basado en el tamaño de los tallos que la conforman:

- [a]. tallo retoño: longitud ≤ 1 m
- [b]. tallo tierno: longitud de 1-5 m
- [c]. tallo maduro: longitud ≥ 5 m

Durante las evaluaciones de campo del presente trabajo se consideró al tallo como la unidad menor de evaluación, registrando a este nivel un conjunto de variables

asociadas a diferentes factores que inciden en la productividad y el rendimiento: sanidad, soporte, aprovechabilidad, iluminación, entre otras.

Durante el inventario en las 21 PPC se evaluaron un total de 2544 tallos de los cuales el 54% son retoños, el 20% son tiernos y el 26% son maduros.

Del total de tiernos un 52% tiene soporte y del total de maduros 96% tiene un soporte. La existencia de soporte redonda en tallos mas rectos y con mejor crecimiento. Los tallos tiernos sin soporte pueden aferrarse a cualquier árbol conforme van creciendo y cuando son maduros la mayoría tiene soporte, en caso contrario se les ve muy torcidos y prácticamente no crecen fundamentalmente por la escasa iluminación que prevalece bajo dosel.

75% de los tallos maduros evaluados son aprovechables y cuando no lo son, las causas principales fueron el grosor [inferior a 7 mm], curvaturas muy pronunciadas y vejez.

Prácticamente los tallos tiernos no sufren de afecciones físicas evidentes que afecten su crecimiento y el futuro producto. Un 98% de estos resultaron sanos. Del total de maduros 75% son sanos y cuando existe daño el mismo es debido casi siempre [98% de los casos] al ataque de insectos y aves fundamentalmente en la parte apical. Este daño no es considerado severo en tallos maduros ya que aunque el crecimiento apical se ve afectado, los tallos observados sobreviven al menos un año después de haber visto el daño, además, si no presenta las limitaciones arriba citadas, sigue siendo aprovechable.

Respecto a la iluminación, el 65% del total de tallos recibe iluminación principalmente lateral [2.5 de Clark y Clark]. Un 20% de los maduros trepados sobre los árboles de soporte pueden estar expuestos a iluminación vertical parcial o total [3 y 4 de Clark y Clark].

5.7.1.3.2 Los estados de desarrollo de las plantas

Con base en la clasificación de tallos considerada en el respectivo inventario de las 21 PPC, se diferenciaron los siguientes estados de desarrollo de las plantas.

[a]. Regeneración: el tallo más largo es un retoño.

Con base en las posibilidades de sobrevivencia, esta subpoblación se ha subdividido en dos estados:

[a.1] Regeneración de establecimiento inseguro: ningún retoño supera 0.5 m.

[a.2] Regeneración establecida: al menos un retoño supera 0.5 m.

- [b]. Juveniles: el tallo más largo es un tierno.
- [c]. Adultas en crecimiento: el tallo mas largo es un maduro y posee al menos un tallo retoño o tierno.
- [d]. Adultas en reposo: solamente posee tallos maduros.

A diferencia de la clasificación anterior [Marmillod et al., 1994; Chinchilla, 1994] que consideraba como juveniles a las plantas con un retoño ≥ 0.5 m, aquí se asigna la planta a este estado solamente si el retoño es ≥ 1 m. Las juveniles son las plantas de futura cosecha siendo recomendable hacer estimaciones sobre un conjunto de plantas prácticamente establecidas. Por esta razón y con base en observaciones en el bósque se consideró aún plantas de regeneración a aquellas cuyo retoño esta entre 0.5-1 m. No obstante, las posibilidades de sobrevivencia de estas son mejores que las de regeneración inferior a 0.5 m.

En un marco productivo, generalmente los tallos de interés son los maduros y se les encuentra solamente en plantas adultas de crecimiento y en reposo. La estructura media de las plantas de bayal sobre la base de la clasificación anterior se presenta en la Figura 24.

Las plantas de regeneración cuentan con un tallo retoño [91%] dos tallos [8%] y pocas con tres tallos [1%]. Raramente estos tallos se encuentran dañados.

Las plantas juveniles cuentan en promedio con 1.7 tallos por planta con una mayor proporción de tiernos [1.17]. No obstante, un 43% de estas plantas tiene un solo tallo, 49% dos tallos y el resto mas de 3 tallos con un máximo de 6. El 50% de los tallos tiernos de estas plantas poseen un soporte lo cual favorece el establecimiento de la planta y la calidad del producto. El 98% de los tallos tiernos son sanos.

Las adultas en crecimiento tienen el mayor número de tallos con un promedio de 3.2 por planta; mas de la mitad son maduros y el resto retoños y tiernos con una doble proporción de estos últimos respecto a los retoños. En términos globales un 47% de estas plantas tienen 2 tallos, el 29% 3 tallos el 11% 4 tallos y el resto mas de 5 tallos pudiendo llegar en pocos casos a 19 tallos y talves más. un 70% de los tiernos y un 93% de los maduros tienen soporte; 98% de los tiernos y 76% de los maduros son sanos. El 70% de los maduros son aprovechables.

Las adultas en reposo tienen en promedio 2.14 tallos por planta 74% de los cuales son aprovechables sanos y 7% son aprovechables dañados. El 99% de los tallos cuentan con soporte. En términos globales un 45% de las plantas cuentan con un solo tallo, un 32% 2 tallos, un 9% 3 tallos y el resto mas de 4 tallos pudiendo llegar a 9 tallos.

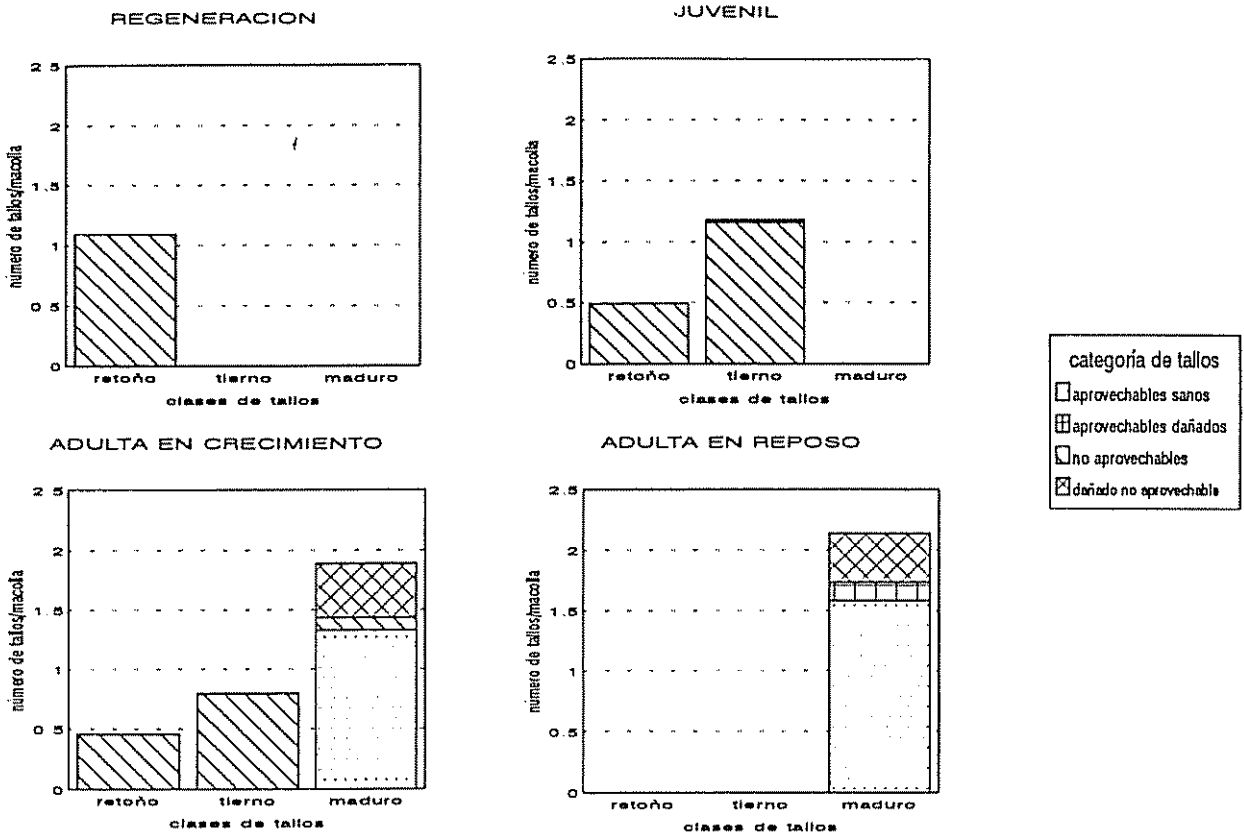


Figura 24. Estructura promedio de las plantas de *Desmoncus* spp clasificadas en distintos estados de desarrollo en Yarché-1.

5.7.1.4 Distribución del número de plantas por clases de desarrollo

Sobre la base de los estados de desarrollo definidos anteriormente, en el Figura 25 se presentan la estructura poblacional del bayal. La abundancia global es de 322 plantas/ha y únicamente un 21% pertenecen a las clases cuyos tallos alcanzan un tamaño utilizable: las adultas en crecimiento y las adultas en reposo. El 63% son plantas de regeneración de las cuales solamente el 20% son establecidas y el 80% de establecimiento inseguro. El resto son plantas juveniles.

Se ha definido el criterio que las adultas en crecimiento o en reposo son cosechables solamente si poseen tallos aprovechables, es decir, no son viejos, carecen de torceduras, rajaduras u otro daño que afectan su utilización artesanal. En este sentido la población está integrada por 52 plantas cosechables/ha [74% del total de plantas

adultas en crecimiento y reposo]. Del total de las adultas en crecimiento un 68% es de plantas cosechables y de las adultas en reposo un 82%.

En promedio se estiman 493 tallos/ha incluyendo todos los tipos. De estos un 23% [112/ha] son aprovechables. Las adultas en crecimiento aportan un 53% y el resto es de las adultas en reposo. Esto equivale a un promedio de 2.2 tallos por adulta en crecimiento y 2.1 por adulta en reposo, ambas plantas cosechables.

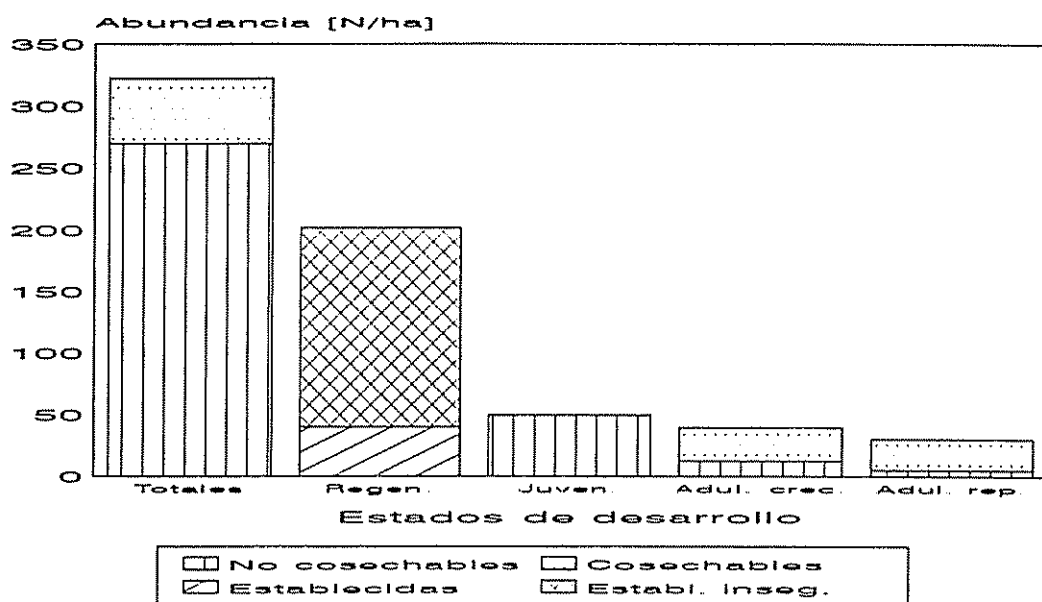


Figura 25. Estructura por clases de desarrollo de *Desmoncus* spp en los ecosistemas boscosos de Yarché-1.

En el Cuadro 43 se resume esta información con sus respectivas estadísticas descriptivas. Cada variable fue estimada con base en valores obtenidos a nivel de 0.25 ha y de allí fueron extrapolados a hectárea. En este sentido, es importante destacar la gran heterogeneidad que presentan estas variables. Estos resultados confirman lo expresado por Marmillod et al., [1994] acerca de la necesidad de clarificar la problemática taxonómica local, y de pensar en funciones de crecimiento y de producción diferenciadas, sea por especie, si es que hay varias, o por sitio forestal.

Cuadro 43. Parámetros descriptivos para variables de abundancia y rendimiento [n/ha] por estados de desarrollo de *Desmoncus* spp [n = 1323 plantas, área = 4.11 ha].

Subpoblaciones	media	s	min	max
Total [T]	322.0			
Regeneración [R]	201.8	163.2	24.0	591.7
Juveniles [J]	49.9	37.0	5.2	147.7
Adultas en crecimiento [AC]	39.7	27.8	0.0	122.2
Adultas en reposo [AR]	30.4	22.2	0.0	75.0
Establecidas [J + AC + AR]	120.0	63.7	16.0	255.6
Cosechables AC	27.2	15.8	0.0	56.0
Cosechables AR	25.1	17.6	0.0	56.0
Cosechables totales [AC + AR]	52.4	30.1	4.0	112.0
Número total de tallos	493.2	240.0	68.0	994.7
Tallos aprovechables de las AC	59.8	53.6	0.0	233.0
Tallos aprovechables de las AR	52.5	40.0	0.0	140.0
Tallos aprovechables totales	112.3	81.7	4.0	311.0

5.7.2 Impacto del aprovechamiento maderero

Cuando se realizaron evaluaciones a nivel de tallos sobrevivientes en ningún caso fue evidente un daño provocado por el aprovechamiento. Ya que no se lleva un control de cada planta en las PPC es difícil aplicar un criterio de evaluación de daños a nivel de tallo o planta. En todo caso cuando existió daño la planta o parte de sus tallos fueron cortados. En algunos casos hay evidencias de esto y en otros no.

Por esta razón las evaluaciones de daños se basan fundamentalmente en la abundancia y la distribución espacial de la población, monitoreadas a nivel de subparcelas de 100 m² dentro de cada PPC.

5.7.2.1 Impacto en la abundancia

En este punto es necesaria una aclaración: las cifras que aquí se presentan están basadas en un área mayor que la utilizada en la caracterización de la población

presentada en la sección anterior [5.7.1.3]. Por lo tanto los valores de abundancia son relativamente diferentes. Además se utiliza la clasificación original de los estados de desarrollo. Esto es necesario para hacer una adecuada comparación entre las situaciones previa y posterior al aprovechamiento, el objetivo central en esta sección.

La abundancia global pre-aprovechamiento del bayal era de 415 plantas/ha, de las cuales el 42% eran plantas establecidas, es decir, contaban al menos con un tallo mayor de 0.5 m. La situación posterior muestra una abundancia global de 318 plantas/ha con un 49% de plantas establecidas [Cuadro 44 y Figura 26].

Cuadro 44. Estructura por clases de desarrollo de *Desmoncus* spp en situaciones previa y posterior al aprovechamiento maderero [plantas/ha con base en una muestra de 5.25 ha].

Situación	Estados de desarrollo				Plantas establecidas
	regeneración insegura	regeneración establecida + juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	237.0	87.2	48.6	42.3	178.1
post-aprovechamiento	161.7 ^{**}	92.8 ^{ns}	37.3 ^{**}	26.6 ^{**}	156.6 [*]

Significancia (t): *95% **99%

La estructura poblacional se mantiene con la misma tendencia: disminuye el número de individuos conforme las plantas son adultas. La reducción global encontrada es del 23.3% de la población original y de solo un 12% del total de plantas establecidas. A excepción del grupo de las juveniles, todos muestran diferencias significativas en la abundancia.

Considerando que el área analizada no fue sistemáticamente perturbada cabe la duda por un lado, sobre el verdadero impacto de la intervención y por otro sobre las oscilaciones naturales en la abundancia. Por esta razón y para controlar más convenientemente el efecto del aprovechamiento maderero se desarrollo el mismo análisis comparativo para dos conjuntos de cuadrículas de 100 m² diferenciados por la presencia de perturbación directa después del aprovechamiento: el primer grupo de 411 [4.11 ha] sin perturbación directa y el segundo de 114 [1.14 ha] con perturbación directa provocado por la tumba, pistas o patios de acopio [Cuadros 45 y 46].

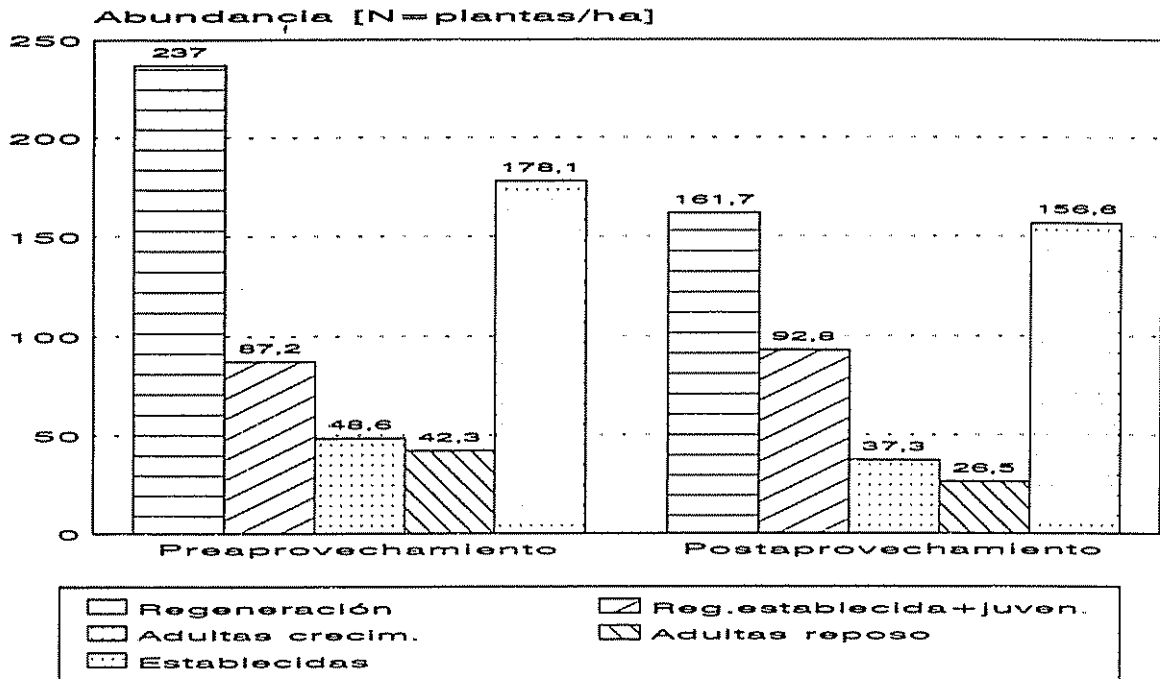


Figura 26. Estructura demográfica [n = plantas/ha] de *Desmoncus* spp en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.

Cuadro 45. Estructura por clases de desarrollo de la población de *Desmoncus* spp en sitios sin perturbación directa post-aprovechamiento [plantas/ha con base en una muestra de 4.11 ha].

Situación	Estados de desarrollo				Plantas establecidas
	regeneración	regeneración establecida + juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	221.8	82.4	51.2	43.8	177.4
post-aprovechamiento	166.4 ^{**}	85.3 ^{***}	39.7 [*]	30.4 [*]	155.4 [*]

Significancia [t]: *95% **99%

Cuadro 46. Estructura por clases de desarrollo de la población de *Desmoncus* spp en sitios estrictamente perturbados por el aprovechamiento [plantas/ha con base en una muestra de 1.14 ha].

Situación	Estados de desarrollo				PLANTAS ESTABLECIDAS
	regeneración	regeneración establecida + juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
pre-aprovechamiento	316.4	108.6	40.5	42.8	191.9
post-aprovechamiento	190.0**	132.8**	39.0**	11.8'	146.6**

Significancia [t]: *95% **99%

Los resultados del Cuadro 45 siguen la misma tendencia que en el Cuadro 44; la población de bayal tiende a disminuir naturalmente. No se sabe si la disminución es temporal y si está asociada a contingencias climáticas, pero es evidente una disminución significativa de plantas de regeneración y adultas. En ambos casos la reducción puede ser explicado por dos posibles razones: la mortalidad y el cambio en el estado de desarrollo.

Respecto a la regeneración, muere un número importante de individuos no establecidos mientras que otros crecen y se transforman en juveniles. En el caso de las adultas en reposo, la planta desaparece solo si mueren todos sus tallos existiendo la posibilidad de regeneración después de algún tiempo. Al contrario, si de las adultas en crecimiento desaparecen los tallos maduros pero sobreviven los jóvenes solamente ocurre un cambio hacia un estado de desarrollo inferior. Frente a cualquier situación, la clase juvenil aumentaría o permanecería constante, como es el caso.

Los datos del Cuadro 46 muestran sitios mas abundantes en individuos jóvenes, con una reducción global del 33.7% y del 23.6 % en plantas establecidas. A pesar de la intervención, estos sitios presentan cierta estabilidad en la abundancia a nivel general resultando en diferencias significativas solamente en el grupo de las plantas más viejas con un 72% de reducción. Este resultado parece coincidir con la explicación anterior.

Plantas completas o algunos de sus tallos fueron eliminados por las operaciones de aprovechamiento. Se sabe que los rizomas de esta plantas que yacen enterrados tienen la capacidad de regeneración y que las mejores condiciones de iluminación en estos sitios perturbados pueden conducir a una rápida recuperación de la población a sus niveles originales, aunque con una proporción menor de plantas en reposo y un leve aumento de juveniles, la clase de futura cosecha.

Las siguientes observaciones preliminares parecen respaldar lo dicho anteriormente: tallos recién emergidos en condiciones de perturbación [principalmente de alta iluminación] pueden crecer 25 cm por mes [2-3 veces más que bajo dosel, lo que resultaría en plantas juveniles al transcurrir uno dos o tres meses. Respecto al origen de las plantas jóvenes, 83% de la regeneración y 30% de las juveniles no emergen de una semilla sino de una base rizomatosa preexistente de individuos alguna vez adultos.

5.7.2.2 Impacto en la distribución espacial

Para ambas situaciones, las pruebas χ^2 muestran ajuste de la abundancia de los individuos establecidos a una distribución binomial negativa, la cual explica una distribución espacial en agregados. El parámetro K, cuyo valor es inverso a la aglomeración de los individuos, tiende a aumentar [de 1.13 a 1.46 pre- y post-aprovechamiento], no obstante la agregación a nivel poblacional se mantiene, por lo menos con agregados del tamaño de la cuadrícula evaluada. Es importante mencionar que la capacidad de reproducción por rizomas de *Desmoncus* spp., implica que el individuo existe aún cuando no sea contabilizado por el hecho de no tener un tallo en crecimiento que sea visible. Por la tanto, las variaciones poblacionales así como los cambios en la distribución espacial pueden ser temporales.

5.7.3 Estudio de crecimiento en *Desmoncus* spp

5.7.3.1 Los estados de desarrollo en el tiempo

De acuerdo a la sección metodológica respectiva [4.13.2] se monitorearon un total de 97 plantas de diferente estado de desarrollo y establecidas en diferentes micrositos con y sin perturbaciones debidas al aprovechamiento. De este forma, las plantas estuvieron expuestas a diferentes condiciones relativas de iluminación. El período de monitoreo fue de 0.7 años iniciando en marzo y terminando en diciembre de 1995.

No se registró mortalidad de individuos y existe una tendencia creciente de la proporción de plantas adultas en crecimiento como consecuencia lógica del de las plantas de los estados juveniles [Cuadro 47].

Cuadro 47. Dinámica de estados de desarrollo de plantas de *Desmoncus* spp en un período de 0.7 años [Prueba de dependencia entre la estructura final e inicial con χ^2].

Estados de desarrollo	Inicio		Final	
	[n]	[%]	[n]	[%]
Regeneración	14	15	6	6
Juveniles	39	40	36	37
Adultas crec.	38	39	49	51
Adultas reposo	6	6	6	6
Total	97	100	97	100

$\chi^2 =$ dependencia altamente significativa [$P > \chi^2 = 0.0001$]

En el Cuadro 48 se detalla el porcentaje de cambio que experimentaron las plantas en cada estado de desarrollo. Los porcentaje de cambio de las plantas de regeneración [57%] y de las adultas en reposo [67%] fueron los mayores. A pesar de ser una muestra relativamente pequeña [6 plantas] las adultas en reposo resultaron ser las mas inestables, hecho que muestra preliminarmente la temporalidad de dicho estado, al menos, en algunas plantas.

Las adultas en crecimiento experimentaron un menor porcentaje de cambio, a pesar que algunas de ellas pasaron al estado de reposo.

Cuadro 48. Porcentaje de cambio en los estados de desarrollo de *Desmoncus* spp. [entre corchetes valores absolutos del número de plantas].

Estados iniciales	Estados finales				Total
	Regeneración	Juvenil	Adulta en crecimiento	Adulta en reposo	
Regeneración	43 [6]	57 [8]			15 [14]
Juvenil		64 [25]	33 [13]	3 [1]	40 [39]
Adulta en crecimiento		8 [3]	84 [32]	8 [3]	39 [38]
Adulta en reposo			67 [4]	33 [2]	6 [6]
Total	6 [6]	37 [6]	51 [49]	6 [6]	100 [97]

Al relacionar los diferentes estados de desarrollo con variables ligadas a la dinámica estructural de plantas [composición de tallos], no se encontró dependencia alguna [chi cuadrado al 90%] [Cuadro 49]. Esto indica que la rebrotación, cambio en los estados de desarrollo y muerte de tallos, no depende del estado inicial de la planta. Al contrario, se encontró dependencia significativa [chi cuadrado al 95%] entre el estado final y la condición de iluminación inicial de la planta. Además, existen dependencia significativa entre esta variable ambiental y el número final de tallos de cada planta, la ocurrencia de rebrotación y el cambio de tamaño de tallos retoños hacia tiernos [Cuadro 50].

Cuadro 49. Resumen de variables ligadas a la condición estructural de plantas de *Desmoncus* spp en diferentes estados de desarrollo. [Prueba de dependencia entre variables y estados de desarrollo con χ^2 al 90% de confianza].

Estados de desarrollo	Variables evaluadas								
	[n] inicio	tallos iniciales	tallos finales	nuevos retoños	retoños muertos	cambio ret-tie	cambio tie-mad	tiernos muertos	maduros muertos
Regeneración	14	19	35	17	1	13	1		
Juveniles	39	75	105	44	2	33	19	1	
Adultas en crec.	38	140	161	50		40	19	2	7
Adultas en rep.	6	10	17	8		3			
Total	97	244	318	119	3	89	39	3	7
Dependencia [χ^2 al 90%]			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Cuadro 50. Resumen de variables ligadas a la condición estructural de plantas de *Desmoncus* spp en diferentes condiciones de iluminación. [Prueba de dependencia entre variables y estados de desarrollo con χ^2 al 90% de confianza].

Condición de iluminación	Variables evaluadas								
	[n] inicio	tallos iniciales	tallos finales	nuevos retoños	retoños muertos	cambio ret-tie	cambio tie-mad	tiernos muertos	maduros muertos
2	16	35	34	13		4	1	2	2
2.5	36	96	115	33		28	13		2
3	21	48	70	25		13	7	1	2
4	24	65	99	48	3	44	18		3
Total	97	244	318	119	3	89	39		7
Dependencia [χ^2 al 90%]			*	*	ns	*	ns	ns	ns

La dependencia encontrada entre la condición de iluminación y las variables analizadas en los cuadros anteriores [49 y 50], coincide con las tendencias que se expresan en los coeficientes de correlación [Spearman con 95% de confianza] entre las mismas variables. En todos los casos, la variación explicada por este factor ambiental no supera el 50%. Las variables "nuevos retoños" y el "cambio de retoños a tiernos" tienen los coeficientes más altos [0.38 y 0.49 respectivamente]. Otros caracteres intrínsecos que se asocian significativamente con variables de crecimiento son el diámetro basal de la planta y el número inicial de tallos [Cuadro 51].

Cuadro 51. Asociación entre variables intrínsecas y ambientales en *Desmoncus* spp. [Coeficientes de correlación Spearman significativos al 95% de confianza].

Variables independientes	Variables dependientes					
	nuevos retoños	cambio de retoños a tiernos	retoños muertos	cambio de tiernos a maduros	tiernos muertos	maduros muertos
condición de iluminación	0.38	0.48	ns	0.28	ns	ns
diámetro basal	0.26	0.42	ns	0.33	ns	ns
número de tallos iniciales	ns	0.32	0.24	ns	ns	ns

5.7.3.2 Crecimiento longitudinal de los tallos

[a]. Crecimiento en función del tamaño e iluminación iniciales

Se analizó el crecimiento en longitud que presentan los tallos individuales pertenecientes a plantas en distintos estados de desarrollo. La variable dependiente fue la tasa de crecimiento mensual [cm] y las independientes, el tamaño e iluminación iniciales del tallo [Cuadro 52]. Es importante destacar que la tasa de crecimiento expresa el incremento medio mensual y abarca distintas etapas de crecimiento del tallo.

Respecto al estado inicial del tallo se determinó un crecimiento significativamente menor [prueba de F al 95%] únicamente entre los retoños [≤ 1 m] y los restantes, es decir tiernos [$1 \leq 5$ m] y maduros [≥ 5 m]. Respecto a la iluminación, únicamente las tasas de crecimiento de los individuos expuestos a iluminación lateral baja [2.0 de Clark y Clark] es significativamente menor [cuadro 68]. Una prueba de contrastes ortogonales entre la condición de iluminación [4] contra [3 + 2.5 + 2] y [4 + 3] contra [2 + 2.5], resultó en diferencias significativas entre las tasas de crecimiento mensual de los tallos.

Cuadro 52. Crecimiento longitudinal de los tallos de *Desmoncus* spp en función del tamaño y la iluminación iniciales. Prueba de F para tasas de crecimiento bajo transformación angular [$y = \arcs(x)$] y Duncan al 95% de confianza.

TAMAÑO INICIAL	[n]	crec. medio [cm/mes]	Duncan [95%]	ILUM. INICIAL	[n]	crec. medio [cm/ms]	Duncan [95%]
Tierno	79	21	a	4	32	25	a
Maduro	17	20	a	3	25	20	a
Retoño	33	12	b	2.5	54	18	a
				2	18	6	b

[b]. Crecimiento entre las clases de tamaño de los tallos

A diferencia de las pruebas anteriores, aquí se presentan resultados de crecimiento de acuerdo al tamaño del tallo. La tasa de crecimiento mensual expresa la velocidad de crecimiento de cada tallo mientras perteneció a un tamaño determinado: retoño, tierno o maduro. Las tendencias son similares a las reportadas en la sección anterior. Las pruebas realizadas [prueba de F y Duncan al 95% de confianza] indican que los tallos tiernos y los maduros crecen mas rápidamente que los retoños [Cuadro 53].

Cuadro 53. Crecimiento longitudinal de los tallos de *Desmoncus* spp en función de clases de tamaño. Prueba de F para tasas de crecimiento bajo transformación angular [$y = \arcs(x)$] y Duncan al 95% de confianza.

Clase de Tamaño	[n]	crecimiento medio [cm/mes]	Duncan [95%]
Maduro	48	24	a
Tierno	98	21	a
Retoño	33	10	b

Seguramente la velocidad de crecimiento de los tallos pequeños aumenta cuando tienen la posibilidad de apoyarse en un soporte y buscar aperturas de dosel. Existe alta significancia [Spearman 99%] al correlacionar la tasa de crecimiento mensual de los tallos con la clase de tamaño [$r=0.34$] y la iluminación [$r=0.36$]. Dentro de cada clase de tamaño existe una tendencia hacia una mayor velocidad de crecimiento conforme aumenta la iluminación. A la vez, dentro de cada rango de iluminación existe una tendencia hacia una mayor velocidad de crecimiento conforme el tallo pertenece

a una clase de tamaño mayor. Esto está ligado a la poca iluminación que recibe un tallo mientras es pequeño. En condiciones de alta iluminación como la que prevalece en claros de tumba, la asociación positiva entre el tamaño del tallo y la tasa de crecimiento es aún mayor [Cuadro 54].

Cuadro 54. Asociación entre clases de tamaño-condición de iluminación de tallos y tasas de crecimiento mensual. [Coeficientes de correlación Spearman significativos al 95% de confianza]

Clase de tamaño del tallo	ilumin. del tallo	vrs.	crecim. en longitud [cm/mes]	Condición de iluminación	clase de tamaño del tallo	vrs.	crecim. en longitud [cm/mes]
Retoño		0.47		2		0.46	
Tierno		0.42		2.5		0.34	
Maduro		0.36		3		0.33	
				4		0.52	

5.8 EVALUACIONES EN XATE [*Chamaedorea elegans*] Y EN JADE [*Chamaedorea oblongata*]

5.8.1 Caracterización de la población

5.8.1.1 Distribución espacial

Al igual que en bayal, las pruebas de χ^2 confirman para *Chamaedorea spp* un patrón de distribución espacial en agregados. El resultado es el mismo tanto para los datos de abundancia de *C. elegans* y *C. oblongata*, como para la suma de los datos de ambas. Los valores del parámetro de aglomeración K obtenidos son de 0.4 para *C. elegans*, 1.5 para *C. oblongata* y 1.7 para ambas. Los agregados tienen un mínimo de 25 m² y es necesario ampliar los tamaños de parcela evaluados a fin de determinar el máximo que alcanzan, dato necesario para la definición de una superficie adecuada con fines de inventario del recurso.

5.8.1.2 Influencia de factores microambientales en la abundancia y distribución

Para *C. elegans* [xate], se encontraron tres grupos. El mas grande con el 90% del total de muestras evaluadas, representan las condiciones ambientales medias de Yarché-1. En este se esbozan dos subgrupos definidos por la abundancia, aunque las condiciones de sitio son similares: pendientes entre 0-55%, imperfectamente a bien drenado, 15-60 cm de profundidad, nula o moderada pedregosidad. En el primero la

abundancia promedio es de 0.2 plantas/25 m² y en el según 2.6 plantas/25 m². Los agregados de esta especie parecen estar influenciados por factores relativos a la reproducción de los individuos y la misma influencia de los cosechadores, ya que sitios con las mismas condiciones muestran rangos amplios, desde unas 80 hasta 2,100 plantas por hectárea con valores promedio de 557 plantas/ha [S= 540].

Este comportamiento influye en la ausencia de correlaciones importantes entre la abundancia y las condiciones del sitio.

Cuando el sitio es demasiado quebrado con pendientes mayores de 55% y pedregoso, o plano con escaso drenaje, la especie es aún mas difícil de encontrar. Esta situación es común en un 6% de la muestra evaluada. Mientras que los mayores valores en abundancia, 9-16 plantas/25 m² [4% de cuadrículas evaluadas] se registraron en sitios con pendientes de 10-28%, moderadamente pedregosos, moderadamente bien drenados, y con 15-60 cm de profundidad del suelo.

El caso de *C. oblongata* [jade] es diferente ya que la especie es mas abundante en Yarché-1 y existen correlaciones importantes entre la abundancia y el sitio [Cuadro 55]. Tanto la abundancia total, como la de las subpoblaciones de cosecha² y en crecimiento³ parecen aumentar conforme aumenta la pendiente y disminuye la profundidad, pero solo hasta ciertas condiciones ya que nuevamente los sitios con valores extremos en estas variables muestran escasez. Esto indica que el jade requiere de sitios bien drenados, medianamente profundos y con pendientes medias, condiciones predominantes en Yarché-1.

Cuadro 55. Coeficientes de correlación [Spearman] entre la abundancia de *C. elegans* y variables de sitio [todos los coeficientes son significativos al 95% de confianza].

Conjuntos	Variables de sitio			
	pedregosidad	drenaje	pendiente	profundidad del suelo
Total	0.21	0.12	0.26	-0.22
De cosecha	0.19		0.32	-0.20
En crecimiento			0.19	

² Las plantas de cosecha son aquellas que cuentan con hojas aprovechables, mismas que cumplen con los requisitos establecidos por el mercado [color, tamaño y sanidad].

³ Las plantas en crecimiento son aquellas que cuentan con una hoja en formación, localmente llamada candela.

Las agrupaciones siguiendo los resultados arrojados por los análisis cluster y discriminante resultan en lo siguiente: hay un grupo dominante de condiciones que muestran las cifras promedio de abundancia [55% del total evaluado] con dos subgrupos diferenciados por los siguientes rangos: 4-9 plantas por/25 m² con valores promedio de 6.6 y el segundo con 10-17 plantas/25 m² con promedios de 12.8 plantas/25 m².

Los dos grupos restantes representan las condiciones de menor [36% de la muestra] y mayor abundancia [9% de la muestra]. El primero con densidades de 0-4 plantas/25 m² y promedio de 1.3 donde el drenaje y la pedregosidad parecen ser los factores limitantes. El segundo grupo con densidades de 19-28 plantas/25 m² y promedios de 23.4 plantas/25 m², parecen representar las mejores condiciones para el crecimiento del jade cuyos factores determinantes son: drenaje adecuado y sitios sin o moderadamente pedregosos.

En el contexto anterior y considerando el patrón de distribución agregado de la especie, los valores de densidad por hectárea que representan el conjunto de condiciones a nivel de micrositio ascienden a 3054 plantas/ha [$S = 1500$].

5.8.1.3 Características descriptivas de las poblaciones

5.8.1.3.1 Estructura de tamaños

La estructura de la población está basada en clases de altura presuponiendo una asociación entre la edad y esta variable. Los rangos de clase utilizados son de 25 cm para ambas especies, resultando en 15 clases de altura para *C. oblongata* y 5 para *C. elegans*. Los resultados que se presentan aquí están basados en mediciones posteriores al aprovechamiento maderero y se incluyen solamente 74 parcelas de 25 m² que no presentaron ninguna perturbación directa. Por esta razón es posible comparar estos resultados con evaluaciones realizadas 1.34 años atrás en las mismas unidades de medición. Este enfoque es de interés para conocer la dinámica de la población en aspectos productivos y reproductivos y para inferir sobre los posibles efectos de la cosecha.

[a]. *C. oblongata*

C. oblongata tiene una abundancia general de 2762 plantas/ha [Cuadro 56] y un 63% del total tienen una altura total entre 26 y 75 cm. De este total solamente un 15% de las plantas son individuos de cosecha, es decir, poseen hojas aprovechables o muestran evidencias de haber sido recién cosechados. Un 75% de estos individuos productivos tienen un altura en el rango de 26 a 75 cm. La abundancia en la primera medición [1.34 años atrás de la segunda] era de 3146 plantas/ha y un porcentaje similar al anterior [60% de las plantas] también tenían una altura total entre el rango de 26 a 75 cm. Sin embargo, un 26% eran plantas de cosecha [Figura 27].

Cuadro 56. Estadísticas descriptivas para variables de abundancia y producción foliar en *Chamaedorea* spp.

Variables	Parámetros estadísticos			
	min	max	media	std
<i>C. oblongata</i>				
abundancia general [n/ha]	500	6000	2762	1400
abundancia individuos de cosecha [n/ha]	0	2200	400	500
abundancia individuos en crecimiento [n/ha]	100	3400	1195	850
No. hojas totales/ha	1700	16,800	7229	3600
No. hojas individuos de cosecha/ha	0	5000	1118	1200
No. hojas aprovech. individuos de cosecha/ha	0	1200	301	320
<i>C. elegans</i>				
Abundancia general [n/ha]	0	1467	373	400
abundancia individuos de cosecha [n/ha]	0	800	114	226
abundancia individuos en crecimiento [n/ha]	0	800	205	230
No. hojas totales/ha	0	4530	1497	1400
No. hojas individuos de cosecha/ha	0	2600	450	820
No. hojas aprovech. individuos de cosecha/ha	0	1200	156	320

[b]. *C. elegans*

C. elegans es menos abundante con 373 plantas/ha [Cuadro 56] de las cuales 72% tienen una altura total entre 26 a 75 cm. Un mayor porcentaje que *C. oblongata* [30%] son plantas de cosecha y un 70% de ellas tienen el rango de altura citado.

La abundancia en la primera medición fue de 600 plantas/ha con mayor abundancia en las mismas clases de altura y un 43% eran plantas de cosecha [Figura 28].

Estos resultados, provenientes de las mismas unidades de medición muestran que la tendencia es hacia una menor abundancia, tanto general como de plantas de cosecha, en el segundo momento de medición. Nuevamente, al igual que en *Desmoncus* spp., los resultados indican que la abundancia poblacional se reduce. Aunque el efecto del período de sequía [sección 4.2] pudo ser drástico principalmente en plantas débiles [pequeñas, muy viejas, poco follaje] es razonable pensar que la cosecha ejerce un efecto importante en esta reducción. Por un lado, porque aún prevalece la idea de cosechar más follaje del que es cosechable y porque la capacidad reproductiva de la especie parece estar seriamente afectada.

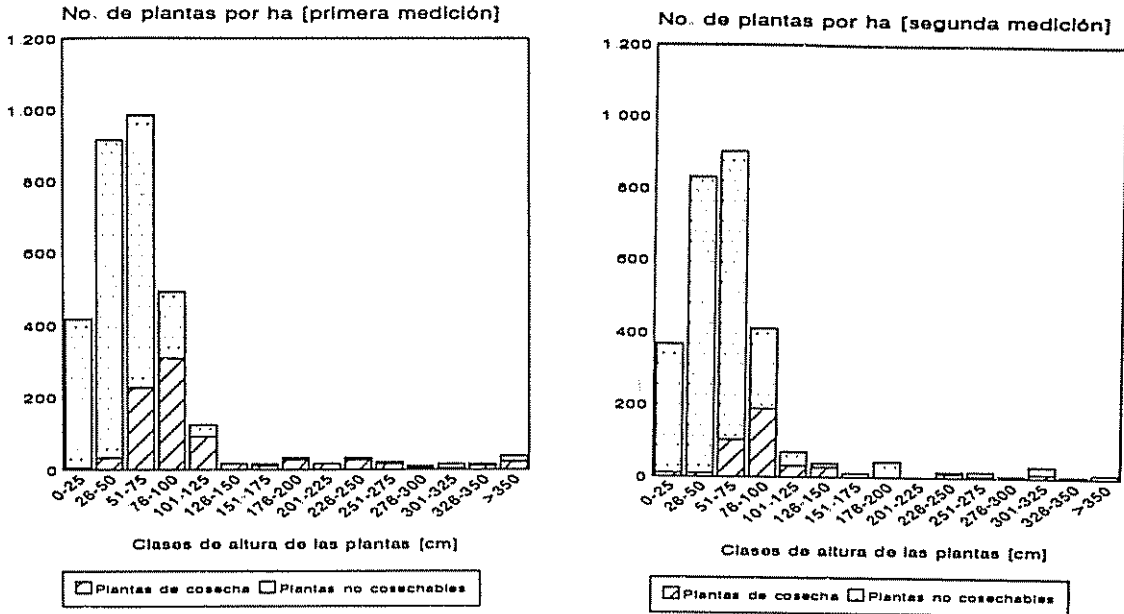


Figura 27. Abundancia [n=plantas/ha] por clase de altura de *C. Oblongata* en dos momentos de medición separados por 1.34 años.

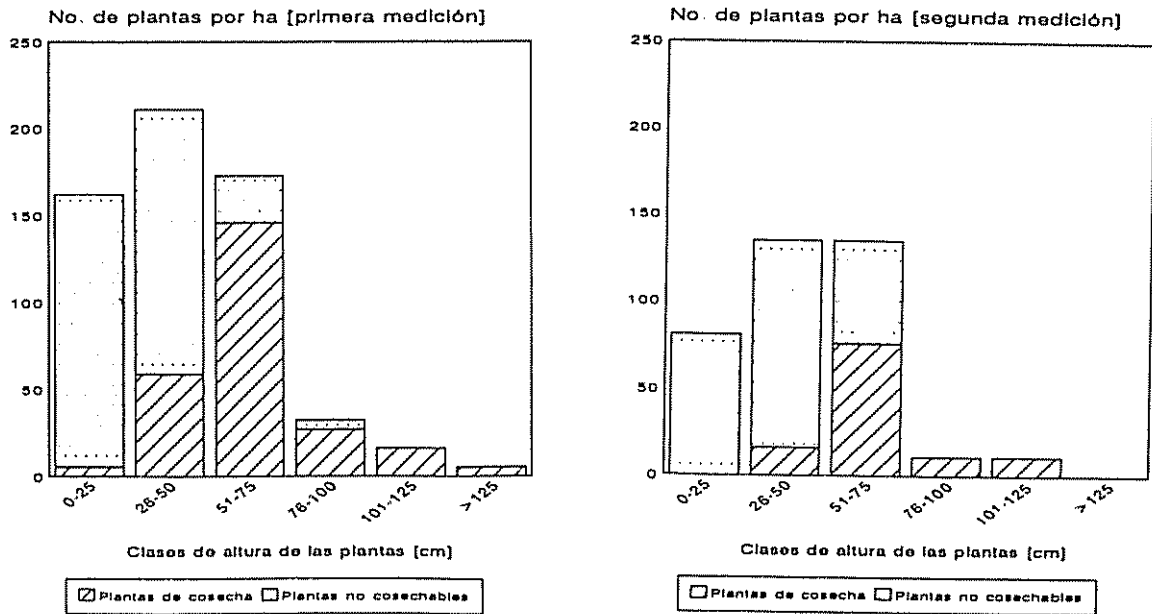


Figura 28. Abundancia [n=plantas/ha] por clase de altura de *C. Elegans* en dos momentos de medición separados por 1.34 años.

5.8.1.3.2 Estructura productiva

[a]. *C. oblongata*

El análisis de la cantidad de follaje total y aprovechable por clase de altura se muestra en la Figura 28. Se encontró un total de 7229 hojas/ha de las cuales el 78% son de plantas con altura entre 26 a 100 cm. De este total solamente un 4.4% son hojas aprovechables y el 76% pertenecen a plantas con altura dentro de este rango, con una mayor contribución de la clase 76-100 cm. Además, en el momento de hacer la evaluación se encontró evidencias de cosecha de aproximadamente 591 hojas/ha de las cuales un 90% pertenecían a plantas dentro del rango de altura ya citado .

En la medición inicial se encontró mas follaje, aproximadamente 9363 hojas/ha. Igualmente un 77% del total pertenecen a plantas con alturas entre 26 a 100 cm. El porcentaje de hojas aprovechables es similar [5.2%] y al igual que en el segundo momento de medición la clase con el mayor número de hojas aprovechables es la que va de 76 a 100 cm. En este caso se encontró evidencias de corte de 1231 hojas/ha, el doble que en la segundo momento de medición [Figura 29 y Cuadro 57].

[b]. *C. elegans*

se encontró un total de 1497 hojas/ha, 81% de las cuales son de plantas de la clase 25-50 cm. Del total de hojas 8.3% son aprovechables y se encontró evidencias de 210 hojas/ha cortadas.

En el segundo momento de medición se encontró un total de 2347 hojas/ha, 67% de las cuales pertenecen a plantas con altura entre 25 a 75 cm. Es importante notar que en este momento de medición un 24% del total de hojas eran de plantas con una altura máxima de 25 cm mientras que en el segundo momento de medición solamente un 15% de hojas eran de plantas de este tamaño. Ya que estas plantas no son cosechadas se infiere que un las hojas murieron en el período.

Del total de hojas, 12% eran aprovechables y se encontró evidencias de 481 hojas cortadas, mas del doble que en el segundo momento de medición [Figura 30 y Cuadro 57].

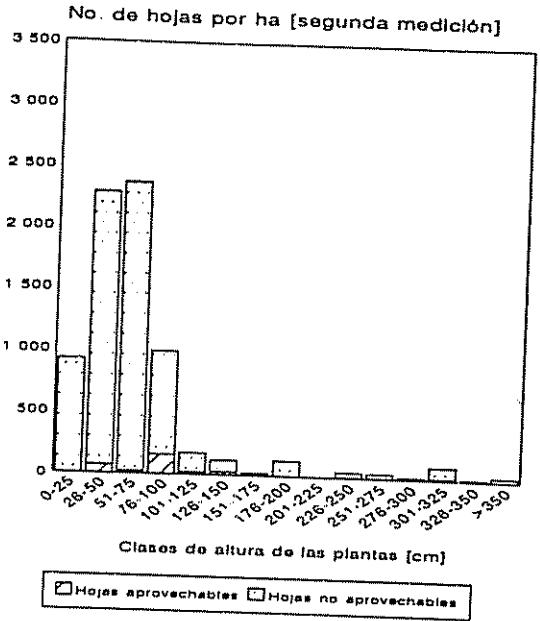
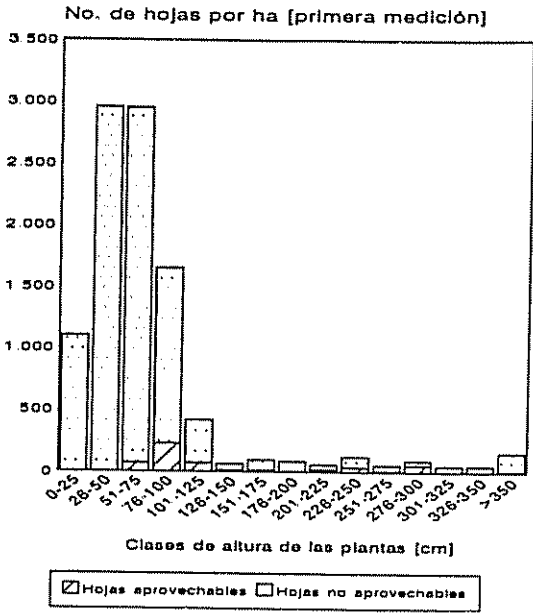


Figura 29. Estructura productiva de *C. oblongata* en dos momentos de medición separados 1.34 años en Yarché-1.

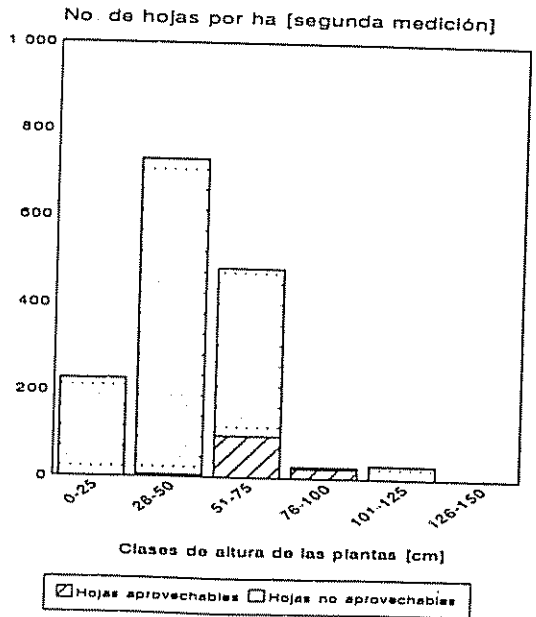
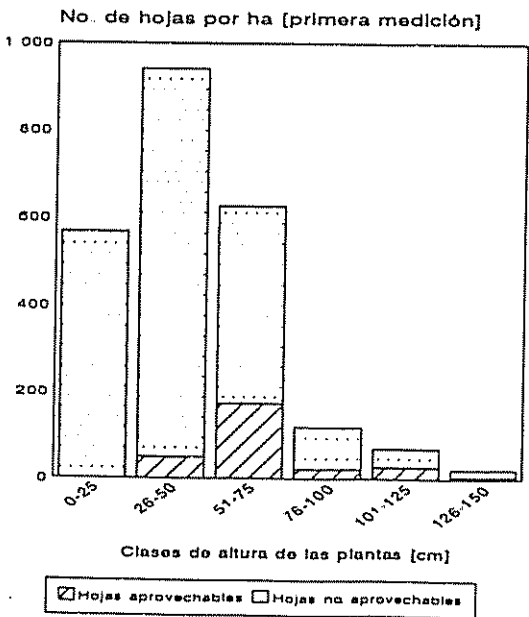


Figura 30. Estructura productiva de *C. elegans* en dos momentos de medición separados 1.34 años en Yarché-1.

Cuadro 57. Estructura productiva de *Chamaedorea spp* en dos momentos de medición separados 1.34 años en Yarché-1 [comparaciones entre ambos momentos a través de prueba t de medias dependientes al 95% de confianza].

Clases de altura [cm]	<i>C. oblongata</i>						<i>C. elegans</i>					
	Primera medición			Segunda medición			Primera medición			Segunda medición		
	nth	nha	nhc	nth	nha	nhc	nth	nha	nhc	nth	nha	nhc
0-25	1097		237	919		16	568		5	227		
26-50	2957		59	2283	67	67	941	49	92	730	5	32
51-75	2881	70	276	2362	22	373	627	173	243	481	97	108
76-100	1422	227	286	984	157	92	119	22	65	27	22	27
101-125	346	70	86	173	22	32	70	27	76	32		43
126-150	49	16	27	119	27	5	22	5				
151-175	81	16	22	22								
176-200	81	5	38	124								
201-225	38	22	49									
226-250	86	38	43	43	5	5						
251-275	43	11	54	38	5							
276-300	38	5.4		16								
301-325	49		11	103	16							
326-350	49		27	11								
≥ 350	146	11	16	32								
Total	9363 a	491 b	1231	7229 a	322 b	590	2347 c	276 d	481	1497 c	124 d	210

nth = número total de hojas; nha = número de hojas aprovechables; nhc = número de hojas cortadas

[a^{*} diferencias significativas $p > t = 0.03$]; [b^{ns} no significancia $p > t = 0.2$]

[c^{*} diferencias significativas $p > t = 0.03$]; [d^{ns} no significancia $p > t = 0.1$]

En ambas especies la cantidad las hojas totales, las aprovechables y las cortadas siempre son mayores en el primer momento de medición que en el segundo. No se sabe si está reducción es constante hasta el momento en el que el recurso se agota o si después de algún tiempo ocurre un recuperación, que en todo caso, sería dependiente de los cosechadores del recurso. En este caso hay evidencias de cosecha permanentes independientemente de lo poco o mucho que se encuentre en el área, lo cual es común ya que no existe ningún tipo de regulaciones.

Por otro lado sequías prolongadas, poco comunes, como la experimentada durante el período de finales de 1994 y casi 4 meses de 1995, pueden afectar la disponibilidad de recurso y la capacidad de las plantas para resistir cosechas fuertes.

Independientemente de las causas, la reducción es evidente y solo a través de observaciones posteriores será posible determinar si el agotamiento del recurso llega a ser total o solamente es temporal. Las observaciones de campo muestran que esta planta es sumamente resistente a las cosechas fuertes, inclusive puede quedar solamente con la hoja en formación y aún sobrevivir y renovar el follaje a niveles medios de la población [sección 5.8.3]. Esto parece explicar actividades predominantemente de sobre cosecha durante décadas y aún encontrar poblaciones productivas. No obstante, ¿quién garantiza que la población es saludable en términos reproductivos bajo una continua extracción de follaje?

5.8.1.3.3 Estructura foliar de las plantas

[a]. *C. oblongata*

Esta especie se encontró con un máximo de 5 hojas por planta [Cuadro 58]: un 12% tiene 1 hoja, 31% dos hojas, 41% 3 hojas, 15% cuatro hojas y el resto con extremos de cero y 5 hojas. El 92% de las plantas no tienen hojas aprovechables y el resto tiene una o dos. 57% de las plantas se encontraron con una hoja en formación, estructura que indica una continua producción foliar. El color dominante en el follaje es el verde pálido [71% del total].

Hay algunas variaciones de estos resultados con respecto a la primera medición ya que en ese entonces un 25% del total de planta tenían 4 hojas y el 6% 1 sola hoja. El 88% de las plantas no tenían hojas aprovechables y cuando hubieron fue casi siempre una hoja. Al igual que en el caso anterior, un 83% de las plantas muestran un color predominantemente verde pálido.

[b]. *C. elegans*

C. elegans se encontró con un máximo de 9 hojas [Cuadro 59], sin embargo, un 20% de plantas tienen dos hojas, el 17% 3 hojas, el 29% 4 hojas y el resto tiene 1 ó mas de 5 hojas. 78% de las plantas no tienen hojas aprovechables, 12% tiene 1 hoja, 9% 2 hojas y el resto 3 hojas aprovechables. El 45% de las plantas tiene una hoja en formación y el 55% tiene un follaje predominantemente verde oscuro.

Los datos de la primera medición indican que los porcentajes son mayores para plantas con 3,4 y 5 hojas por planta. 71% de ellas no tenían hojas aprovechables, 15% tenía 1 hoja, 10% 2 hojas y el resto 3 hojas aprovechables. El 73% de las plantas tenían follaje verde oscuro.

Cuadro 58. Estructura foliar de *C. oblongata* en dos momentos de medición separados 1.34 años en Yarché-1 [comparaciones entre ambos momentos a través de prueba t de medias dependientes al 95% de confianza].

Clases de altura [cm]	<i>C. oblongata</i>						
	Primera medición			Segunda medición			
	[n/ha]	media [nth/planta]	media [nha/planta]	[n/ha]	media [nth/planta]	media [nha/planta]	[npc/ha]
0-25	416	2.6		368	2.5		146
26-50	914	3.2		832	2.7	0.006	330
51-75	985	2.9	0.07	904	2.6	0.023	438
76-100	492	2.9	0.5	411	2.4	0.4	184
101-125	124	2.8	0.6	70	2.5	0.3	38
126-150	16	3.0	1.0	38	3.1	0.7	22
151-175	16	5.0	1.0	11	2.0		11
176-200	32	2.5	0.2	43	2.9		11
201-225	16	2.3	1.3				
226-250	32	2.7	1.2	16	2.7	0.33	
251-275	22	2.0	0.5	16	2.3	0.33	
276-300	11	3.5	0.5	5	3.0		5
301-325	16	3.0		32	3.2	0.5	1
326-350	16	3.0		5	2.0		
≥ 350	38	3.8	0.3	11	3.0		
Total	3146			2762			1186
Promedio		3.01	0.5		2.5	0.17	
	a	b	c	a	b	c	

n = número de plantas

nth = número total de hojas

nha = número de hojas aprovechables

npc = número de plantas en crecimiento

[a' diferencias significativas $p > t = 0.01$]

[b^{ns} no significancia $p > t = 0.2$]

[c' diferencias significativas $p > t = 0.03$]

Cuadro 59. Estructura foliar de *C. elegans* en dos momentos de medición separados por 1.34 años en Yarché-1 [comparaciones entre ambos momentos a través de prueba t de medias dependientes al 95% de confianza].

Clases de altura [cm]	<i>C. elegans</i>						
	Primera medición			Segunda medición			
	[n/ha]	media [nth/planta]	media [nha/planta]	[n/ha]	media [nth/planta]	media [nha/planta]	[npc/ha]
0-25	162	3.5		81	2.8		22
26-50	212	4.5	0.23	135	5.4	0.04	92
51-75	173	3.6	1.0	135	3.6	0.7	81
76-100	32	3.7	0.7	11	2.5	2.0	5
101-125	16	4.3	1.7	11	3.0		5
≥ 125	5	4.0	1.0				5
Total	600			373			210
Promedio	a	3.9 b	0.77 c	a	2.9 b	0.45 c	

n = número de plantas; nth = número total de hojas; nha = número de hojas aprovechables; npc = número de plantas en crecimiento.

[a* diferencias significativas $p > t = 0.01$]

[b* diferencias significativas $p > t = 0.04$]

[c* diferencias significativas $p > t = 0.03$]

5.8.1.3.4 Estructura reproductiva

[a]. *C. oblongata*

En el momento de la evaluación solamente el 2% del total de plantas evaluadas tenía una estructura reproductiva o vestigios de ella. Cuando la estructura reproductiva ocurrió la planta tenía una altura mínima de 76 cm, es decir, mas altas, mas viejas y sujetas a menor intensidad de cosecha.

Las evaluaciones durante el primer momento muestran una situación similar: 99% de plantas sin estructuras reproductivas y las escasas que mostraron alguna, tenían una altura mínima de 200 cm.

[b]. *C. elegans*

En un 12% del total de plantas, cuya altura mínima fue de 26 cm, se encontró evidencia de estructuras reproductivas.

Durante la primera evaluación solamente el 5.5% del total de plantas mostró estructura reproductivas y las plantas con ellas, tenía una altura mínima de 50 cm.

La primera evaluación se realizó en el mes de noviembre y la segunda en marzo, ambas en período poco lluvioso [primera] y bastante seco [segunda].

Se infiere que la cosecha ha influenciado la capacidad de producción de semillas en las plantas de tamaño mediano. Así la regeneración depende solo de un bajo porcentaje de plantas grandes poco cosechadas.

De esta manera es explicable la relativa baja cantidad de plantas en la clase de altura inferior al ser comparada con distribuciones cercanas a una "j" invertida encontradas en sitios poco intervenidos, reportadas por Reining et al. [1992].

En sitios poco intervenidos *C. oblongata* es más frecuentemente vista con estructuras reproductivas que *C. elegans* y en ambas especies las regiones más cosechadas son más afectadas [Reining et al., 1992]. En Yarché-1 *C. oblongata* es más abundante y más fuertemente cosechada; lo cual coincide con la menor frecuencia de órganos reproductivos.

Estos resultados son indicativos para pensar que la cosecha de follaje está afectando la capacidad reproductiva de las plantas. Será necesario observar en parcelas permanentes a lo largo de uno o dos años la fonología floral de esta especie para demostrar tales hipótesis. No obstante, en la sección 5.8.3 se muestran resultados al respecto en plantas monitoreadas en el bosque a lo largo de un año.

5.8.2 Impacto del aprovechamiento maderero

5.8.2.1 Impacto en la abundancia

De un total de 93 parcelas de 25 m² instaladas en el bosque para el monitoreo de *Chamaedorea spp.*, 74 resultaron exentas de perturbación y 19 resultaron afectadas principalmente por la tumba de los árboles cosechados y la apertura de pistas de arrastre.

Con base en estas parcelas se estima que la abundancia general de ambas especies [*C. elegans* y *C. oblongata*] en la situación previa al aprovechamiento era de 3611 plantas/ha, mientras que la abundancia posterior es de 2984 plantas/ha. La reducción

es estadísticamente significativa [$P > t 0.03$] y equivale a 17% de la abundancia total inicial.

A nivel de especies individuales la población de *C. elegans* se ve mas reducida que *C. oblongata*; la reducción es significativa solamente para la primera, mientras que a nivel de subpoblaciones de cosecha ambas muestran diferencias estadísticamente significativas entre los momentos previo y posterior al aprovechamiento [Cuadro 60].

Cuadro 60. Abundancia [n = plantas/ha] de *Chamaedorea spp* en situaciones previa y posterior al aprovechamiento maderero [muestra de 0.2325 ha].

Situación	jade	xate	ambas	jade de cosecha	xate de cosecha
Pre- aprovechamiento	3054	557	3611	769	255
Post- aprovechamiento	2632	352	2984	388	109
Signif. [t = 95%]	[ns]	[*]	[*]	[**]	[*]

La subpoblación de los individuos de cosecha, aquellos que cuentan con hojas aprovechables o muestran evidencias de haber sido cosechados en los últimos dos meses, se ve disminuida. Sin embargo esta situación parece no estar ligada al aprovechamiento ya que un bajo porcentaje de las parcelas de la muestra estuvieron directamente expuestas a la intervención.

Mas bien, esta situación parece estar ligada a los efectos de la cosecha del recurso realizada durante décadas, ya que el análisis en sitios sin perturbación muestra la misma tendencia: menor número de individuos de cosecha en ambas especies [Cuadro 61].

Cuadro 61. Abundancia [n = plantas/ha] de *Chamaedorea spp* en sitios sin perturbación del aprovechamiento maderero [muestra de 0.1850 ha].

Situación	jade	xate	ambas	jade de cosecha	xate de cosecha
Pre- aprovechamiento	3146	600	3746	740	271
Post- aprovechamiento	2762	373	3135	460	130
Signif. [t = 95%]	[*]	[*]	[*]	[**]	[*]

Por constituirse en una muestra muy pequeña, no es adecuado hacer este análisis en sitios estrictamente perturbados, sin embargo, la situación no es desastrosa ya que en todos los casos la presencia de individuos, se mantuvo.

Los individuos de *Chamaedorea* spp están expuestos a daños físicos o a posibles daños por una apertura drástica y repentina del dosel. Los daños físicos pueden ser parciales si ellos quedan por debajo de las copas de los árboles en sitios de tala. Aquí es frecuente observar que la producción de follaje continúa e independientemente de que sea aprovechable estos individuos representan la posibilidad de repoblar estos sitios. En la sección 5.8.3 se muestra que individuos creciendo en varios claros de tumba tienen la capacidad de mantener follaje cosechable aún en condiciones de alta iluminación. La sola presencia de brinzales en estos sitios en reconstrucción otorga condiciones ya adecuadas para la sobrevivencia del xate.

El peor de los casos sería el de eliminar totalmente a los individuos que se ubican en sitios de apertura de caminos y pistas de arrastre, superficie generalmente menor a la alterada por los claros de tumba. No obstante aun en estos sitios es posible encontrar individuos que después de haber quedado doblados en la superficie muestran la capacidad de recuperación.

Ya que el aprovechamiento representa una de las intervenciones más drásticas y que las liberaciones posteriores, principalmente por envenenamiento, no causan daños físicos extremos, ni disturbios repentinos en el dosel, *Chamaedorea* spp parece ser compatible con este tipo de intervenciones. No obstante la disminución en la abundancia poblacional que se evidencia aún en sitios sin perturbación es una indicación de dos posibles factores: la sobrecosecha y la escasa capacidad reproductiva. No se sabe con certeza si esta disminución es temporal al igual que en *Desmancus* spp y esta influenciada por el período especialmente seco y caluroso que se registró en los últimos meses [diciembre-1994 a mayo de 1995]; sin embargo la zona parece avanzar hacia un estado de menor productividad.

5.8.2.2 Impacto en la distribución espacial

Para cada una de las especies y para los suma de los valores de abundancia de ambas, las pruebas χ^2 nuevamente indican que existe ajuste a un patrón de distribución espacial agregado. Ante la presencia de otros factores no monitoreados mas el impacto del aprovechamiento maderero, la especie se encuentra formando parches de un tamaño mínimo de 25 m². Sin embargo, el número de agregados se ve disminuido o fueron seccionados ya que los valores del parámetro de aglomeración K, aumentan en los tres casos [Cuadro 62].

Cuadro 62. Valores del parámetro de aglomeración K para *Chamaedorea* spp en situaciones pre- y post- aprovechamiento maderero.

Situación	Especies		
	<i>C. elegans</i>	<i>C. oblongata</i>	Ambas especies
Pre-aprovechamiento	0.40	1.47	1.68
Post-aprovechamiento	0.61	1.87	2.27

5.8.3. Estudio de crecimiento en *Chamaedorea* spp

5.8.3.1 Estructura foliar de la muestra

De acuerdo a lo dicho en la sección metodológica [4.14.2] se monitorearon un total de 157 plantas [106 de *C. oblongata* y 51 de *C. elegans*] de diferentes clases de altura, durante un período de 9.96 meses iniciando en febrero y finalizando en diciembre de 1995.

Durante este período murieron un total de 12 individuos [9 de *C. oblongata* y 3 de *C. elegans*] y se excluyeron 4 plantas con observaciones incompletas, de tal forma que el análisis siguiente se basa en 142 individuos: 75 de *C. oblongata* y 66 de *C. elegans*.

La frecuencia de individuos por clases de estructura foliar [número de hojas] y el follaje total en los momentos inicial y final del estudio, para ambas especies, se presentan en los Cuadros 63 y 64.

En ambos casos la diferencia entre la cantidad de follaje total inicial y final del período da un saldo levemente positivo, aunque estadísticamente las diferencias no son significativas [prueba t al 95%]. La producción de follaje superó las cifras de mortalidad y cosecha. Las cifras promedio para las variables involucradas en el análisis del balance foliar aparecen en el Cuadro 65.

Cuadro 63. Análisis de la estructura, producción, mortalidad y cosecha foliar durante 9.96 meses de evaluación de *C. oblongata*.

Número de hojas	h. tot. inic.		h. nuevas		h. cort.		h. muertas		h. tot. fin.	
	ni	nh	ni	nh	ni	nh	ni	nh	ni	nh
0	2	0	3	0	45	0	27	0	0	0
1	6	6	15	15	11	11	30	30	8	8
2	20	40	38	76	10	20	15	30	19	38
3	25	75	14	42	6	18	2	6	17	51
4	19	76	5	20	2	8	1	4	20	80
5	2	10	0	0	1	5	0	0	9	45
6	1	6	0	0	0	0	0	0	2	12
total	75	213	75	153	75	62	75	70	75	234

ni = número de individuos; nh = número de hojas

Cuadro 64. Análisis de la estructura, producción, mortalidad y cosecha foliar durante 9.96 meses de evaluación de *C. elegans*.

Número de hojas	h. tot. inic.		h. nuevas		h. cort.		h. muertas		h. tot. fin.	
	ni	nh	ni	nh	ni	nh	ni	nh	ni	nh
0	0	0	0	0	26	0	24	0	0	0
1	1	6	7	7	16	1	28	28	2	2
2	6	12	26	52	10	20	7	14	6	12
3	20	60	21	63	9	27	5	15	12	36
4	15	60	12	48	4	16	1	4	17	68
5	10	50	0	0	1	5	1	5	11	55
6	10	60	0	0	0	0	0	0	11	66
7	2	14	0	0	0	0	0	0	5	35
8	2	16	0	0	0	0	0	0	1	8
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
Total	66	278	66	170	66	69	66	66	66	292

ni = número de individuos; nh = número de hojas

Cuadro 65. Parámetros estadísticos para variables de dinámica foliar en *Chamaedorea* spp.

Variable	[N]	media	S	min	max
<i>C. oblongata</i>					
hojas iniciales	75	2.8	1.1	0	6
hojas nuevas	75	2.0	0.9	0	4
hojas cortadas	75	0.8	1.22	0	5
hojas muertas	75	0.9	0.89	0	4
hojas finales	75	3.1	1.3	1	6
<i>C. elegans</i>					
hojas iniciales	66	4.1	1.5	1	8
hojas nuevas	66	2.6	0.9	1	4
hojas cortadas	66	1.3	1.3	1	5
hojas muertas	66	1	1	1	5
hojas finales	66	4.4	1.7	1	10

Aunque estos resultados muestran la capacidad de la planta para mantener una producción constante de follaje aún bajo la influencia de cosecha, no deben tomarse como un indicador de la sostenibilidad de la actividad extractiva ya que por ahora, estos no son los fines del presente dispositivo experimental. La principal razón es que la zona no fue cosechada regularmente durante el período de estudio ya que aún persistía la impresión de que luego del aprovechamiento maderero la disponibilidad del recurso fuera limitada. Existieron evidencias de cosecha hasta después de 5 meses de iniciado las mediciones en las plantas marcadas.

5.8.3.2 Análisis del crecimiento foliar

Un aspecto de interés es determinar la capacidad de las plantas para mantener su productividad en sitios perturbados por el aprovechamiento maderero. En este contexto, es importante destacar dos puntos: la aprovechabilidad del producto y el crecimiento foliar.

Respecto al primer punto, todas las plantas susceptibles de cosecha [≥ 25 cm de altura] independientemente de su ubicación, fuera bajo dosel o en un claro de tumba,

presentaron hojas aprovechables es decir cumplían con requisitos de color y tamaño establecidos por el mercado. La vegetación que reconstruye los sitios perturbados luego del aprovechamiento es un factor regulador de la iluminación y la humedad, de tal forma que el xate no permanece expuesto por períodos prolongados a la radiación solar.

Respecto al segundo punto se encontró un aumento de la cantidad de follaje producido, cuando la planta estuvo expuesta a mas iluminación de la que reciben bajo dosel. Esto resulta de la reducción de los períodos de formación de una hoja y del período de reposo que precede el inicio de la siguiente.

En el Cuadro 66 y Figuras 31 y 32 se presenta esta información. En las condiciones macroambientales que prevalecen bajo dosel, una planta de *C. oblongata* necesita un promedio de 5.4 meses para formar una nueva hoja [período de reposo más período de desarrollo de la hoja], y una planta de *C. elegans* necesita 4.5 meses. Estos tiempos promedio varían con las estaciones y son más cortos en época lluviosa.

En sitios más iluminados [3 y 4 de Clark y Clark], por ejemplo en claros de tumba, los períodos pueden reducirse al rango de 2-3.3 meses para *C. oblongata* y 1.6 a 2.4 meses para *C. elegans*.

5.8.3.3 Correlación con factores intrínsecos y ambientales

Se evaluó la asociación entre dos variables intrínsecas [altura inicial y número total de hojas] y una ambiental [iluminación] con los siguientes fenómenos ligados a la producción foliar: hojas nuevas, hojas muertas, tiempos de formación de hoja y período de reposo previo a la nueva hoja e iluminación.

Solamente en *C. elegans* se encontró que el número total de hojas explica un máximo de 28% de variación en el período de formación de hoja. En ambas especies se encontró significancia entre la iluminación recibida y las variables de dinámica foliar citadas. Mientras mejor iluminada este la planta se aumenta el número de hojas producidas en el período como resultado de una reducción en los períodos de formación de hojas y de reposo previo a la formación de la nueva hoja [Cuadros 67 y 68].

Cuadro 66. Dinámica foliar de *Chamaedorea spp* en diferentes condiciones relativas de iluminación durante 9.96 meses de observación [Duncan 95% entre condiciones].

Condición de iluminación	[N]	media	Duncan [95%]	S	min	max
<i>C. oblongata</i>						
Hojas nuevas [n]						
2.0	12	0.9	a	0.7	1	4
2.5	29	1.9	b	0.4	1	3
3.0	14	2	b	0.5	1	3
4.0	19	3	c	0.7	2	4
Hojas muertas [n]						
2.0	12	1	a	0.9	0	3
2.5	29	0.8	a	0.8	0	2
3.0	14	1.1	a	1.2	0	4
4.0	19	0.9	a	0.7	0	2
Tiempo form. hoja [días]						
2.0	11	131	a	36	60	180
2.5	29	85	b	32	45	200
3.0	13	88	b	31	45	150
4.0	16	60	c	16	36	99
Período de reposo [días]						
2.0	7	87	a	116	20	345
2.5	25	58	b	45	15	200
3.0	12	36	b	26	15	95
4.0	19	20	c	11	7	48
<i>C. elegans</i>						
Hojas nuevas [n]						
2.0	6	1.3	a	0.5	1	2
2.5	19	2.3	b	0.6	1	3
3.0	27	2.7	b	0.8	1	4
4.0	12	3.4	c	0.7	2	4
Hojas muertas [n]						
2.0	6	1.2	a	1	0	3
2.5	19	0.8	a	0.9	0	3
3.0	27	1	a	1	0	4
4.0	12	0.8	a	0.8	0	3
Tiempo form. hoja [días]						
2.0	6	118	a	51	65	180
2.5	19	87	b	38	45	150
3.0	27	63	bc	32	45	155
4.0	12	49	c	14	15	72
Período de reposo [días]						
2.0	6	69	a	26	40	105
2.5	19	30	b	16	14	70
3.0	27	27	b	12	5	55
4.0	12	17	c	10	5	45

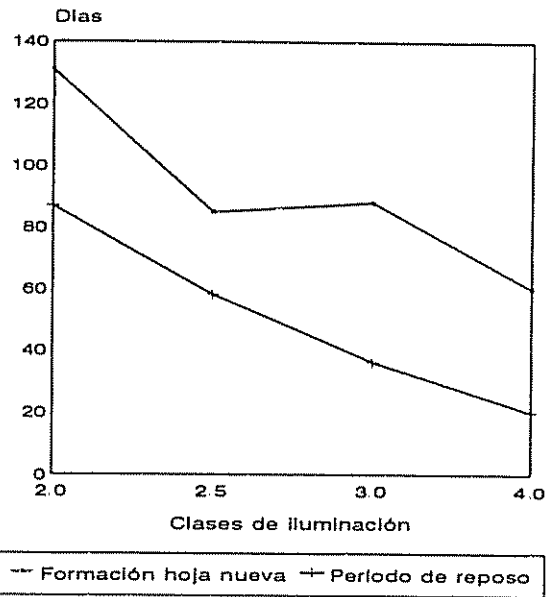
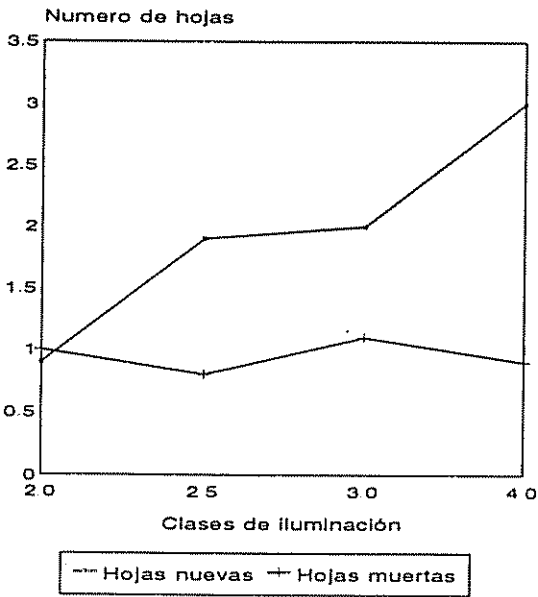


Figura 31. Dinámica foliar en función de diferentes clases de iluminación relativa en *C. oblongata*.

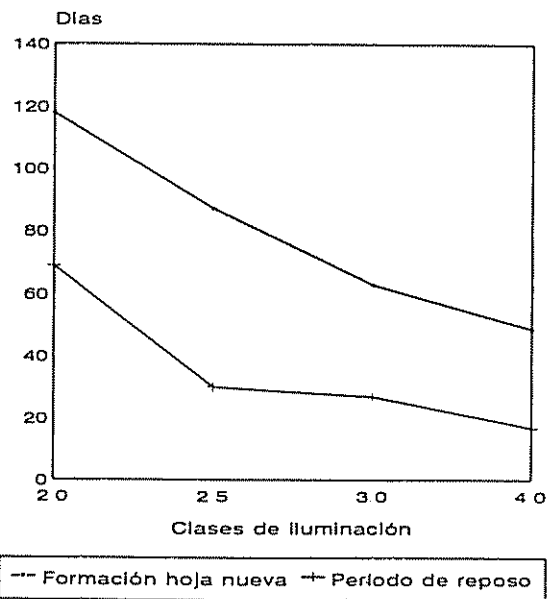
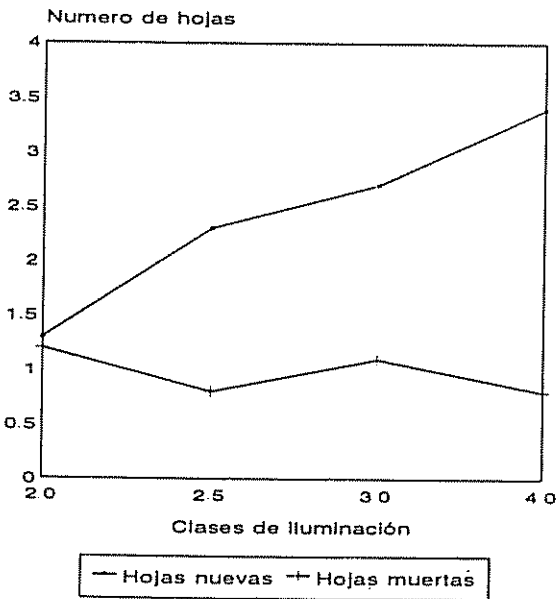


Figura 32. Dinámica foliar en función de diferentes clases de iluminación relativa en *C. elegans*.

Cuadro 67. Correlación Spearman entre la iluminación recibida y variables de dinámica foliar en *C. oblongata* [todos los coeficientes son significativos al 95% de confianza].

Variabes	Hojas nuevas en el período	Tiempo de formación de hoja 1	Período de reposo	Tiempo de formación de hoja 2
Iluminación	0.58	-0.33	-0.39	-0.58
Hojas nuevas en el período		-0.61	-0.37	-0.62

Cuadro 68. Correlación Spearman [95% de confianza] entre la iluminación recibida, hojas iniciales y variables de dinámica foliar en *C. elegans* [todos los coeficientes son significativos al 95% de confianza].

Variabes	Hojas nuevas en el período	Tiempo de formación de hoja 1	Período de reposo
Iluminación	0.63	-0.59	-0.52
Hojas iniciales	0.21	-0.28	-0.16
Hojas nuevas en el período		-0.61	-0.67

En la Figura 33 se muestra una tendencia acerca de la asociación entre la producción foliar y las precipitaciones. Aunque un año no es suficiente para explicar concluyentemente el comportamiento de esta relación, es importante notar como el inicio de las lluvias y la consiguiente humedad del suelo, parecen estimular el inicio de la producción de hojas en número variable desde una hasta cuatro durante el año, según la condición de iluminación. Según lo observado, las precipitaciones son un factor determinante en la sobrevivencia de *Chamaedorea* sp. en las condiciones de mayor exposición solar. El seguimiento de los dispositivos experimentales permitirá clarificar este fenómeno fenológico y su relación con estas variables ambientales.

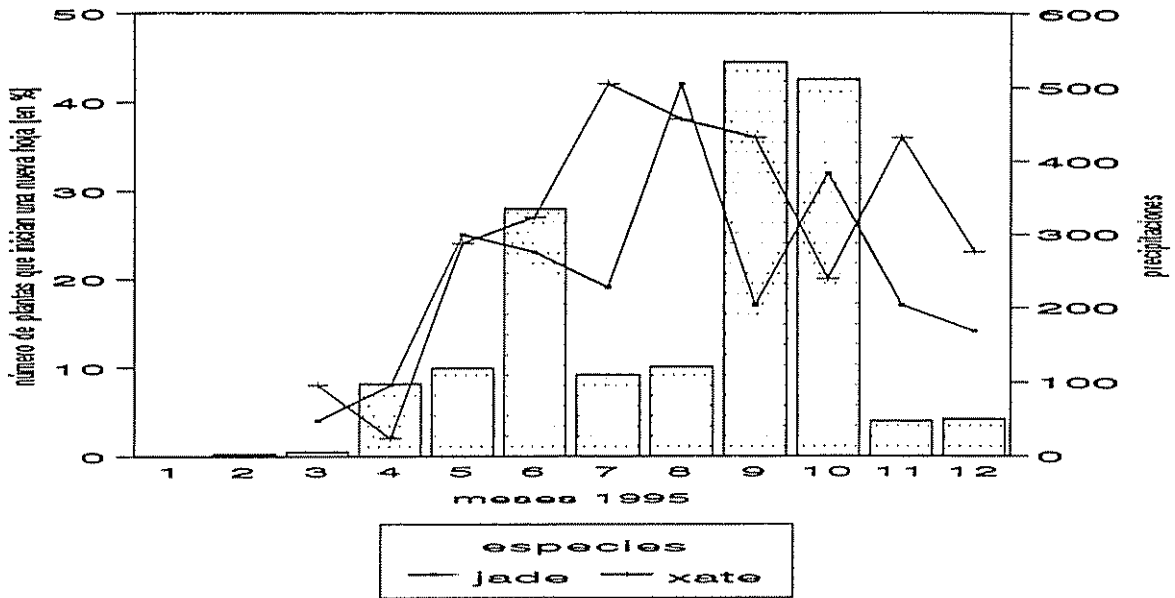


Figura 33. Relación entre el número de plantas de *Chamaedorea* spp. que inician una nueva hoja [9.96 meses de observación] y distribución de las lluvias durante el año de observación [1995].

5.8.3.4 Identificación de grupos

Aunque los análisis de correlación muestran asociación individual entre variables y muestran tendencias útiles con fines de manejo, la identificación de efectos combinados entre variables pueden aún ser mas útil. En este sentido se presentan a continuación los resultados de los análisis de agrupamiento.

El análisis por especie incluyó un total de 63 plantas de *C. oblongata* y 66 de *C. elegans*. En la pruebas de agrupamiento se consideraron las variables siguientes: iluminación recibida, estructura foliar inicial total de hojas nuevas en el período, tiempo de formación de una hoja y período de reposo.

[a]. *C. oblongata*

El análisis cluster y las pruebas de criterios para selección de número de grupos [cubico, pseudo T y pseudo F], muestran la diferenciación de tres grupos. El análisis discriminante canónico además de confirmar la agrupación muestra que la variable

canónica 1 [can-1] explica el 67% de la variación de los grupos. Can1 a la vez, esta fuertemente correlacionada con la estructura foliar inicial y el tiempo de formación de hoja: Las plantas con mayor número de hojas producen una hoja en menor tiempo. Can2 tiene una correlación importante con el período de reposo [Figura 34]. De acuerdo a esto, cuando la plantas es cosechada y principalmente si la intensidad de cosecha es alta, bajo condiciones de dosel, se necesita de un período unos 3 meses para producir una nueva hoja.

Las características de cada grupo se resume en el Cuadro 69. Es importante hacer notar que las diferencias entre los grupos no son absolutas pues aunque presentan dominancia de cierto valores, estos mismos pueden encontrarse en otro grupo. En todo caso estos son indicativos de tendencias y útiles para tomar decisiones de manejo silvicultural.

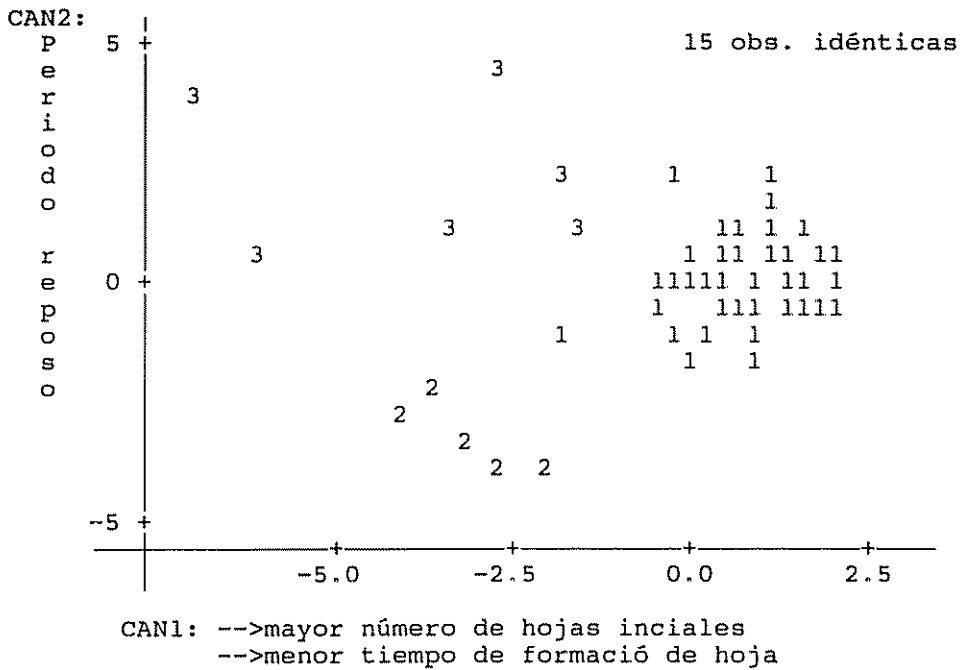


Figura 34. Grupos de plantas de *C. oblongata* [1 a 3] diferenciados principalmente por estructura foliar inicial-tiempo de formación de hoja [Can1] y período de reposo [Can2].

Cuadro 69. Resumen de las características de los grupos formados por variables intrínsecas y ambientales en *C. oblongata*.

No. GRUPO	[%]	DESCRIPCION
1	82	60% de plantas expuestas a iluminación 3 y 4 y un 40% de 2.5; 29% de plantas con 2 o menos hojas y el 61% con 3 o mas hojas; de 2 a 4 hojas nuevas formadas en el período. aunque un 6% de plantas forman una sola hoja; 2.4 meses promedio para formar una hoja con mínimo de 1.2 y máximo de 3.6 meses; 31 días de reposo mínimo de 7 y máximo de 87.
2	8	La iluminación llega hasta un valor de ; la estructura foliar inicial es fundamentalmente de 1 hoja; el máximo número de hojas nuevas es 2; el período de formación de una hoja va de 4.7 a 6 meses y el período de reposo es de 20 a 65 días.
3	10	La iluminación máxima es de 2.5; la estructura foliar inicial máxima es 3 hojas; solamente una hoja formada en el período; 3 a 6.6 meses de formación de una hoja y de 85 a 200 días de reposo.

[b]. *C. oblongata*

Siguiendo el procedimiento anterior, se diferenciaron nuevamente 3 grupos. Según el análisis discriminante canónico la variable canónica 1 [can-1] explica el 91% de la variación de los grupos. Can1 a la vez, esta fuertemente correlacionada con el tiempo de formación de hoja. Can2 tiene una correlación importante con el período de reposo [Figura 35]. Las características de cada grupo se resume en el Cuadro 70.

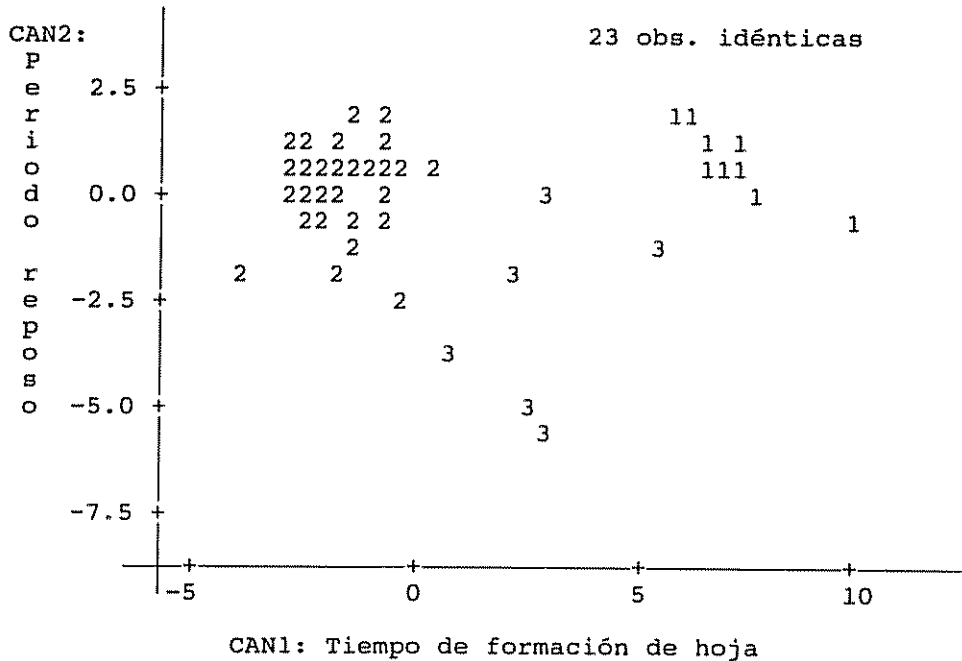


Figura 35. Grupos de plantas de *C. elegans* [1 a 3] diferenciados principalmente por tiempo de formación de hoja [Can1] y período de reposo [Can2].

Cuadro 70. Resumen de las características de los grupos formados por variables intrínsecas y ambientales en *C. elegans*.

No. GRUPO	[%]	DESCRIPCION
1	15	Fundamentalmente valores de 2.5 en iluminación; estructura foliar inicial de 3 hojas; 2 hojas nuevas formadas en el período; 5 a 6 meses para formar una hoja; 45 días de reposo con mínimo de 30 y máximo de 80.
2	76	75% de plantas con iluminación 3 y 4 y el resto con 2.5; 36% de las plantas con menos de 3 hojas 76% con 4 o mas hojas; 36% de las plantas menor o igual 2 hojas nuevas y 64% con 3 o mas hojas nuevas en el período; tiempo de formación de hoja de 1.8 mese con un mínimo de 0.5 y máximo de 2.7 meses y el período de reposo de 23 días con mínimo de 5 y máximo de 60.
3	9	valores de 2 y 2.5 en iluminación 2 a 4 hojas iniciales; 1 o 2 hojas nuevas en el período; 2.5 a 4 meses para formar una hoja y 45 a 120 días de reposo.

6. CONCLUSIONES

[1]. La baja proporción de las especies no maderables con respecto al total [12% de árboles/ha y 13% de área basal] así como la escasez en términos absolutos [55 árboles/ha de futura cosecha] es una limitante actual para el manejo efectivo en el largo plazo. Esto exige necesariamente incrementar la intensidad de intervenciones silvícolas. Pero la aplicación de métodos silviculturales resulta ser compleja en una situación en la que especies arbóreas cuyos productos son diferentes de la madera [*Manilkara* sp. y *Pimenta dioica*] también son de interés, pero sobre todo porque están legalmente protegidos y su corte es absolutamente restringido. Esto significa que las intervenciones silviculturales, especialmente aquellas que persiguen aumentar la proporción de espacios mejor iluminados alrededor de individuos específicos, están condicionadas por la presencia de las arbóreas no maderables. Restricciones sin sustento biológico como éstas, limitan un manejo diversificado verdadero.

[2]. La superficie afectada por el aprovechamiento [8%] resulta ser baja utilizando como referencia otras intervenciones sean mejoradas o tradicionales. Además, resulta favorable particularmente ante la situación de escasez de especies comerciales ya esbozada. Seguramente estos espacios no son suficientes y deben acompañarse de otras intervenciones silviculturales, sin embargo, la probabilidad de establecimiento de especies de interés maderable es ahora mayor. Que por ahora no sean aprovechados por diferentes factores no evaluados aquí [disponibilidad de semillas en el suelo, distribución y número de semilleros, entre otros] es otro factor que aboga tanto por intervenciones silvícolas intensivas como por apertura de mercados para un mayor número de especies.

[3]. Las cifras absolutas [93.8% de árboles sin daños] parecen indicar que el aprovechamiento no impactó drásticamente a la masa arbórea. Sin embargo las comparaciones relativas indican lo contrario. En los sitios de tala se eliminaron mas individuos que los cosechados [6 eliminados por 1 cosechado]. A pesar de sus escasez, se eliminaron individuos comerciales [3%]. Esto sin contabilizar los individuos dañados seriamente con alto riesgo de morir. Que los daños se hayan concentrado en especies arbóreas no comerciales [82%] no es una razón que impida calificar como deficientes las labores de tumba. Esto exige mejorar la organización de la actividad y utilizar verdaderamente las técnicas de tala dirigida. La viabilidad de la intervención como parte del sistema silvicultural para incrementar espacios de regeneración debe ser compatible con menores cifras de individuos afectados.

[4]. Los resultados muestran que individuos mejor iluminados y con copas más vigorosas tienen más posibilidades para incrementar su tamaño que aquellos individuos precarios. Este resultado es importante ya que estos son dos de los factores que pueden ser manipulados durante las intervenciones silviculturales que persiguen aumentar la cantidad de sitios mejor iluminados. No obstante estas tendencias, los

bosques de Yarché-1 parecen crecer muy lentamente ya que los resultados globales muestra bajos incrementos diamétricos y en área basal. Esto se constituye en un elemento para pensar que se tendrán limitaciones para asegurar una segunda cosecha bajo los ciclos de corta establecidos para Yarché-1 [25 años para especies SconU y 40 años para especies PM].

[5]. La población de *Desmoncus* spp. tiende a reducirse naturalmente. No se sabe si la reducción es temporal ya que las estructuras reproductivas de la especie pueden sobrevivir bajo el suelo aún si los rebrotes no son evidentes. Para el caso de *Chamaedorea* spp. tanto la abundancia como la disponibilidad de follaje cosechable presentan disminución significativa entre los dos momentos de medición [separados por 1.34 años]. Para *Desmoncus* spp. es probable que esta reducción sea debida a la influencia de la sequía imperante durante el período de estudio pues esta especie no es objeto de cosecha en la zona. Para *Chamaedorea* spp. además del stress hídrico, existe la influencia de la cosecha que se practica desde hace décadas. No se sabe si la sequía fue determinante y cual es la contribución de la cosecha tradicional. En ambos casos esto exige continuar con los dispositivos experimentales a fin de hacer observaciones de más largo alcance.

[6]. En relación a estas palmas no maderables los efectos del aprovechamiento no eliminan la posibilidad de manejo conjunto de maderables y no maderables. La reducción por aprovechamiento no es significativamente mayor a la reducción natural que se identificó en ambas poblaciones. Para el caso de *Desmoncus* spp. las aperturas en los sitios perturbados favorecen la rebrotación y aceleran el crecimiento de tallos tiernos originados de las bases rizoma tosas que yacen enterradas después de una poda total.

[7]. Según lo observado en *Chamaedorea* spp. las aperturas del dosel aún sin son tan grandes como las de un claro de tumba, favorecen el crecimiento foliar como resultado de una reducción en los períodos de formación de hoja y de reposo previo a la formación de la siguiente. Por lo tanto una meta encaminada a manejar especies maderables con esta especie parece biológicamente factible. No obstante, es necesario hacer una consideración: quizás las condiciones de iluminación representen un stress que tenga una influencia en la vitalidad de los individuos. esto justifica y a la vez exige el monitoreo de estos dispositivo experimentales ya que la observación del impacto no debe limitarse al período inmediato.

[8] Ya que los dispositivos experimentales utilizados para la evaluación y el monitoreo de especies maderables y de no maderables, están generando la información requerida para definir las posibilidades de manejo diversificado, es necesario que los mismos sean mantenidos y convenientemente medidos como parte fundamental de las acciones de manejo forestal que se ejecutan en la zona.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen y predicción del rendimiento. FAO. Estudio Montes no. 22/2. 80 p.
- , 1983. Growth and yield of the mixed forest of the humid tropics: a review: Consultancy report prepared for the FAO of the United Nations. Oxford, G.B. 44 p.
- , 1992. Simple methods for calculating minimum diameter and sustainable yield in mixed tropical forest. Oxford, Reino Unido. 13 p.
- , 1995. Growth modelling for mixed tropical forest. Oxford, G. B., Oxford Forestry Institute. 231. p.
- ALMEIDA, M. 1993. La creación de la reserva extractiva del Alto Jurua: conflictos y alternativas para la conservación. FAO/FTPP/RESOLVE. 24 p.
- AUS DER BEEK, R. 1993. Sistemas de manejo forestal sostenible para los bosques montanos de la cordillera de Talamanca, Costa Rica., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 22 p.
- BARCENAS, G. 1995. Caracterización tecnológica de 20 especies maderables de la Selva Lacandona, Chis., México. Madera y Bosques [Méx]1[1]:9-38.
- BEGON, M. *et al.* 1986. Ecology: individuals, populations and communities. Oxford, G. B., Blackwell. 876 p.
- BENITEZ, R.; MONTESINOS, J. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución propiedades y usos. Honduras. ESNACIFOR/ACDI/COHDEFOR. 216 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1950. Sociología vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. Eds. George Fuller y Henry Conrad. Argentina. 443 p.
- BROKAW, N. 1985. Treefalls, regrowth, and community structure in tropical forest. *In* Clarck, D.; Dirzo, R.; Fetcher, N. [eds]. Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología Tropical [C.R.] 35[supl. 1]:53-69.
- , 1990. Caída de árboles: frecuencia, cronología y consecuencias. *In* Ecología de un bosque tropical. Cambios estacionales a largo plazo. Eds. E. Leigh; A. Stanley y D. Windsor. Panamá, Smithsonian Tropical Research Institute. Panamá. p 163-172.

- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. *Turrialba* [C. R.]15:40-42.
- . 1990. El manejo sostenible de bosques naturales a través de su explotación sostenible. *SAVIA* [Ecuador] 2:3-4.
- CASTAÑEDA, A.; CASTILLO, A.; SABOGAL, C.; CARRERA, F. 1994. Aprovechamiento mejorado en el bosque tropical húmedo: Estudio de caso en el sitio "Los Filos", Río San Juan, Nicaragua. Nicaragua, UCA-CATIE-SAREC. 41 p.
- CATIE. 1993. Manual de procedimientos organizativos de las investigaciones de OLAFO/MANGLARES. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 39 p.
- . 1994. Plan de manejo forestal para la Unidad de Manejo San Miguel, El Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. [Documento de trabajo CATIE-Olafo No. 9].
- CEBALLOS, R. 1993. Caracterización ecológica del xate [*Chamaedorea* spp.] y propuesta de mejoramiento al manejo tradicional que se le da en la Unidad de Manejo Forestal San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC/CATIE. 85 p.
- CHANDRASEKHARAN, C.; FRISK, T. 1995. Desarrollo de productos forestales no madereros en América Latina y El Caribe. *In* Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina. Santiago, Chile. Servicio Forestal de los Estados Unidos, FAO, ONU. p. 21-43. [Serie forestal no. 1.].
- CHINCHILLA, M. 1994. Caracterización del bayal [*Desmoncus* spp] con fines de aprovechamiento artesanal en San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala. USAC/CATIE. 145 p.
- CLARK, D.; CLARK, D. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *En* Clarck, D.; Dirzo, R.; Fetcher, N. [eds]. *Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. *Revista de Biología Tropical* [C.R.] 35[supl. 1]:40-45.
- ; 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.

- COLLINET, J. 1990. Diagnostico, potencialidades y factores limitantes de los sistemas de suelos representativos de la zona del Biotopo San Miguel La Palotada. Turrialba, Costa Rica, CATIE/OLAFO. 11 p.
- CORDERO, W.; MEZA, A. 1992a. Algunas observaciones de un aprovechamiento forestal tradicional en la zona sur de Costa Rica. *In* Congreso Forestal Nacional [2, 1992, San José, Costa Rica]. Memorias. San José, Costa Rica. p. 123-125.
- ; MEZA, A. 1992b. Algunas notas sobre prácticas de aprovechamiento forestal mejorado. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 54 p. Presentado en: Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales [5, CATIE, Costa Rica].
- CRUZ S., J. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- CURTIS, H.; MACINTOSH, R. 1951. An upland forest continuum in the praire forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute [G. B.]. Paper no. 34. 135 p.
- DAWKINS, H. 1956. Rapid detection of aberrant girth increment of rain forest trees. *Empire Forestry Review* [G. B.] 35[4]:449-454.
- . 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute [G. B.]. Paper. 155 p.
- DENSLOW, J. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotrópica* [EE.UU.] 12 [supl.]: 47-55.
- . 1990. Growth responses of tropical shrubs to tree fall gap environments. *Ecology* 71:165-179.
- DOUROJEANNI, M. 1987. Manejo de bosques naturales en el trópico americano: situación y perspectivas. *Revista Forestal del Perú* [Perú] 14[1]:91-108.
- DYKSTRA, D., HEINRICH, R. 1993. Técnicas de aprovechamiento que aseguran la sustentabilidad del bosque alto tropical. Trad. Fundación Neotrópica. FAO. 16 p.
- . 1994. FAO Model code of forest harvesting practice. Roma, FAO. 105 p.

- FAO. 1992. Productos forestales no madereros; posibilidades futuras. Roma, FAO. 36 p.
- FERREIRA, P. 1994. Notas del curso de estadística. Turrialba, Costa Rica, Programa de Postgrado del CATIE. 80 p.
- FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura. Un estudio de caso en Costa Rica. Parte 2. El Chasqui [C. R.] 17:16-24.
- , 1992. El potencial de manejo de los bosque húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE, [Costa Rica]. Serie Técnica, Informe Técnico no. 188. 68 p.
- , 1993a. Estudio de crecimiento y rendimiento de especies arbóreas maderables en bosques naturales primarios y secundarios en Sarapiquí, Costa Rica. *In* Semana Científica [CATIE 1, 1993, Turrialba, Costa Rica]. Memorias. Turrialba, C. R., CATIE. v.2, p 17-21.
- , 1993b. Los gremios de especies forestales. Documento del Curso de Bases Ecológicas Para la Producción Sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 24 p.
- , 1993c. Procesos dinámicos en bosques naturales tropicales. Documento del Curso de Bases Ecológicas Para la Producción Sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 55 p.
- , 1994a. Crecimiento y Rendimiento. Documento del Curso de Bases Ecológicas Para la Silvicultura y la Agroforestería. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p.
- , 1994b. Condiciones y recursos del ambiente. Documento del Curso de Bases Ecológicas Para la Producción Sostenible. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 22 p.
- FONT QUER, P. 1985. Diccionario de botánica. Barcelona, España, Labor S.A., 1244 p.
- GALVEZ, J. et al. 1990. Estudio preliminar de los recursos naturales renovables y características socioeconómicas de las comunidades en el área de influencia aledaña al límite oeste del Biotopo San Miguel La Palotada [El Zotz] Petén. Estudio de sistemas. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 224 p.

- HARTSHORN, G. 1980. Neotropical forest dynamic. *Biotrópica*, [EE.UU.] 129 [Supl.]:22-30.
- HEINZMAN, R.; REINING, C. 1988. Desarrollo rural sostenido: reservas forestales de extracción en el norte de Petén, Guatemala. Trad. Edna Bronson. Guatemala. 77 p.
- HENDRISON, J.; DE GRAAF. 1986. Algunas notas sobre el manejo del bosque alto seco en Surinam. *In* Seminario internacional sobre manejo de bosque tropical húmedo en la región de Centro América. Siguatepeque, Honduras, ESNACIFOR. p 1-20.
- , 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. Wageningen, The Netherlands. Agricultural University 204 p.
- HERNANDEZ, G. 1988. Estudio técnico y socioeconómico de dos especies de palma xiat [*Chamaedorea* spp] en el estado de Campeche. Tesis Ing. Agr. México, Facultad de agrobiología "Presidente Juárez". 102 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.
- HUSCH, B.; MILLER, C; BEERS, T. 1982. Forest mensuration. New York, John Wiley and Sons. 402 p.
- HUTCHINSON, I. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE [Costa Rica]. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales. no. 7. 33 p.
- JOHNSON, N.; CABARLE, B. 1995. Sobreviviendo a la tala: Manejo del bosque natural en los trópicos húmedos. World Resources Institute, Consejo Centroamericano de Bosques y Areas Protegidas de la CCAD. 72 p.
- JONKERS, W. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in the tropical rain forest in Suriname. Wageningen, The Netherlands, Agricultural University. 172 p.
- KARTAWINATA, K. *et al.* 1981. The impact of man on a tropical forest in Indonesia. *Ambio* [EE.UU.]10 [2-3]:115-119.
- KLEPAC, D. 1976. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. México. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 365 p.

- KOZLOWSKI, T. 1962. Growth and development of trees. Academia Press, New York [Vol. 2]. 514 p.
- KUKACHKA, B. 1968. Propiedades seleccionadas de 52 especies de madera del Departamento de Petén. Guatemala, Proyecto de Evaluación Forestal FAO/FYDEP.
- 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.
- LESLIE, A.J. 1987. Los bosques tropicales de especies mixtas. Nuevo examen de los aspectos económicos de los sistemas de ordenación natural. *Unasylva* [Italia] 39[155]:46-58.
- LISTABARTH, C. 1994. Pollination and pollinator breeding in *Desmoncus*. *Principes* [EE.UU.] 38[1]:13-23.
- LUNDELL, C.L. 1937. The vegetation of Petén. Washington, Carnegie Institute. p 107-149.
- MARMILLOD, D. *et al.* 1994. La evaluación de los recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de bosques tropicales: las experiencias de CATIE/OLAFO en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 10 p.
- MARTINEZ, H.; DE CAMINO, R. 1990. El manejo de bosques húmedos tropicales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE/FAO. sp.
- MARTINEZ-RAMOS, M. 1988. El papel del disturbio natural en la estructura y regeneración de selvas húmedas. *In* Evaluación de tierras y recursos para el planeamiento nacional en zonas tropicales. Eds. H. Lund; M. Caballero; R. Villarreal. Chetumal, México. p. 146-151.
- MATTEUCCI, S; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, OEA. 169 p.
- MIRANDA, E. DE M. 1993. Efectos del aprovechamiento de un bosque húmedo tropical sobre el microambiente y su influencia en la regeneración de sitios perturbados. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 164 p.
- NICHOLSON, D. 1958. An analysis of logging damage in tropical rain forest, North Borneo *Malayan Forester*. np. 21:235-245.

- PEDRONI, L., FLORES, J. 1992. Diagnóstico forestal regional para Centro América y propuesta de trabajo. San José, Costa Rica, Intercooperación/UICN/ORCA. 104 p.
- QUERO, H. 1989. Flora genérica de arecaceas de México. Tesis Dr. Cs. Biol. México, Universidad Nacional Autónoma de México. 142 p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. CATIE [Costa Rica]. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales no. 9. 25 p.
- QUEVEDO, L. 1986. Evaluación del efecto de la tala selectiva sobre la renovación de un bosque húmedo subtropical en Santa Cruz, Bolivia. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 221 p.
- QUICKE, H.; MELDAHL, R.; KUSCH, J. 1994. Basal área growth of individual trees. *Forest Science* 4[3]:528-524.
- REINING, C. et al. 1992. Non timber forest products in the Mayan Biosphere Reserve: results of ecological socioeconomic surveys and recomendations management of investigations: draf report. Petén, Guatemala, Propetén. 224 p.
- 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. *In* Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Eds. A. Gómez-Pompa; C. Vázquez Yanes; S. del Amo; A. Butanda. México. 676 p.
- RISWAN, S.; KARTAWINATA, K. 1991. Regeneration after disturbance in a lowland mixed dipterocarp forest in east Kalimantan, Indonesia. *In* Rain forest regeneration and management. Eds A. Gómez-Pompa; T.C. Whitmore; M. Hadley. p 295-301.
- ROLLET, B. 1972. L'architecture des forets denses humides sempervirentes de plaine. CTFT/Nogent-sur-Marne. France. 29 p.
- , 1980. Organización. *In* ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, UNESCO/PNUMA/FAO. p. 126-162.

- RUIZ, M.; SAYER, J.; COHEN, S. 1993. El extractivismo en América Latina: Conclusiones y recomendaciones del taller UICN-CEE. Amacayacu, Colombia, UICN-CEE. 99 p.
- SABOGAL, C. *et al.* 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centro América. CATIE. Ponencia. Primer congreso forestal centroamericano, Petén, Guatemala. 76 p.
- SCHEAFFER, R.; MENDENHALL, W.; OTT L. 1993. Elementos de muestreo. Trad. Gilberto Rendón y Roberto Gómez. México, Colegio de Postgraduados. 321 p.
- SCHMIDT, R. 1987. Ordenación de los bosques higrofiticos tropicales: informe actualizado. UNASYLVA [Italia] 39[156]:2-17.
- SITOE, A. 1992 Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, CATIE 119 p.
- SOLORZANO, A. 1992. Diagnóstico del proceso extractivo del xate [*Chamaedorea* spp] en la Reserva de Biosfera Maya. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 56 p.
- SNOOK, L. 1982. Logging and mahogany in the forest of Quintana Roo, México: Why silvicultural management is necessary to sustain *Swietenia macrophylla*. [Proceedings of mahogany workshop: review and implications of CITES]. Tropical Forest Fundation. USA. 9 p.
- , 1993. Stand dynamics of mahogany [*Swietenia macrophylla* King] and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan Península, México. Doctoral Dissertation, Yale School of Forestry and Environmental Studies. Ann Arbor, MI: University Microfilms International no. 9317535. 452 p.
- STANDLEY, C.; STEYERMARK, J. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural Museum. p 216-252. [Fieldiana Botany; Vol. 24, part 1].
- STANLEY, S. 1994. Informe de ejecución del primer tratamiento silvicultural en Yarché-1. Petén, Guatemala; CATIE/OLAFO/PBN. 2 p.

- SYNNOTT, T. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. Commonwealth Forestry Institute, Oxford, G.B. Tropical Forestry Papers no. 14. 67 p.
- UHL, C.; VIERA, I. 1989. Ecological impacts of selective logging in the Brazilian Amazon. A case study from the Paragominas of the State of Para. *Biotropica* [EE.UU.] 21[2]:98-106.
- VANCLAY, J. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests. Wallingford [U.K.]. 304 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.
- WEBER, W. 1982. Mnemonic three-letter acronyms for the families of vascular plants: a device for more effective herbarium curation. *Taxon* 31[1]:74-88.
- WHITMORE, T. 1982. On pattern and process in forest. *In* The plant community as a working mechanism. Ed. E. Newman. Oxford, G. B., Blackwell Scientific. p 45-60.
- , 1984. Tropical rain forest of the far east. 2 ed. Oxford, Clarendon Press. 352 p.
- , 1991. An introduction to tropical rain forest. Oxford, Clarendon Press. 226 p.
- WILDI, O.; ORLOCI, L. 1990. Numerical exploration of community patterns. SPB Academic Publishing bv. 123 p.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE. 1992. World Resources 1992-93: A Guide to the global environment. Nueva York, Oxford University Press.

Guatemala, Comité de Desarrollo comunal San Miguel, San Andrés, El Petén bosques de la Unidad de Manejo

1993-94

vegetación con dap ≥ 10.0 cm, cuadro con sólo las especies presentes en 5 parcelas y más peso de las especies expresado mediante el índice de valor de importancia simplificado [(abundancia porcentual + dominancia porcentual)/2, max 100%]

relevé nº	paisaje de planicie [La Pasadita]		paisaje plano-ondulado de altura [Yarché-1]		paisaje de colinas medias [San Miguel]		alturas del paisaje plano-ondulado	
	2	2	2	2	3	3	3	3
cuero de sapo	1	2	1	1	1	1	1	1
saltemuche	1	3	2	1	1	1	1	1
siquiya	1	1	1	1	1	1	1	1
caoba	3	3	4	1	3	9	14	1
guaya	1	2	4	1	1	1	1	1
ramón colorado	1	1	5	1	2	1	1	1
manchiche	1	3	3	1	1	1	1	1
yaya	2	3	1	4	1	1	3	1
palo gusano	1	1	1	2	1	1	1	1
chintoc negro	2	1	1	1	1	1	1	1
catolox	3	1	1	1	2	1	1	1
malerio blanco	1	1	1	2	1	1	2	2
aceituno peludo	10	2	1	4	1	1	1	1
pimienta	2	3	1	1	1	1	1	1
chintoc blanco	1	1	1	1	1	2	2	1
jabin	3	3	2	1	1	2	2	1
quina	2	9	2	1	1	1	3	1
chile malache	1	1	5	1	1	1	1	1
gesmo	3	1	2	2	1	2	1	1
sacauyum	1	1	2	2	1	5	1	2
luin hembra	1	1	1	3	1	1	1	1
achiotillo	1	1	1	1	1	1	3	1
yaxnic	2	2	1	7	3	2	1	1
chico zapote	14	12	1	3	5	9	5	2
copal	2	4	3	1	3	3	6	1
ramón blanco	3	2	1	2	7	11	12	3
jobillo	3	3	2	1	2	7	8	1

CUADRO A72
ANEXO 2.
CARACTERISTICAS
DE LAS PARCELAS PERMANENTES DE CONTROL EN YARCHE-1

Parcela #	N ¹	Suelo			Pendiente [%]	Altitud ⁵ [msnm]	Topografía
		profundidad ²	pedregosidad ³	drenaje ⁴			
13	25	2,2 a ⁶ 50 b ⁶ 1-3 c ⁶	2,5 58 1-5	4,8 27 3-6	40 74 2-98	290	pie de montículo, muy quebrado, con sumidero karstico y parte de ondulaciones
15 ⁷	25	1,4 64 1-3	1,6 44 1-3	4,5 20 3-6	31 42 5-50	290	pie de montículo, quebrado, que nace de ondulaciones
19	25	3,2 14 3-4	1,2 34 1-2	3,6 23 2-5	14 74 2-32	279	ladera superior y cima de ondulación
28 ⁷	25	3,6 15 3-4	1,0 0 1-1	2,5 20 2-3	6 78 0-14	281	fondo plano de ondulación
34 ⁷	25	2,2 20 2-3	1,6 42 1-3	4,8 9 4-5	23 46 4-38	289	ladera poco pronunciada de ondulación
39	25	4,0 0 4-4	1,0 0 1-1	3,2 20 2-4	6 85 0-18	282	planicie cimal de ondulación, con parte de ladera superior
115 ⁷	25	2,8 16 2-3	1,0 0 1-1	3,8 16 3-5	10 41 2-17	291	ladera superior, suave, de ondulación e inicio de cima plana
124 ⁷	25	3,4 16 3-4	1,0 0 1-1	3,7 15 3-5	8 46 0-15	265	terracea de transición entre fondo y ladera inferior de ondulación fuerte
132	25	2,0 0 2-2	1,0 0 1-1	3,4 15 3-4	8 69 1-22	279	ladera media, suave, de ondulación media
202 ⁷	25	2,6 21 2-3	1,0 0 1-1	4,2 9 4-5	17 49 7-40	267	ladera inferior y media de ondulación fuerte
221 ⁷	25	2,6 21 2-3	1,2 35 1-2	4,9 12 2-5	32 17 23-43	272	ladera media, empinada, de ondulación fuerte

223 ¹	25	2,8 16 2-3	1,2 41 1-3	4,6 11 4-5	23 21 13-33	284	ladera superior de ondulación fuerte
225 ¹	25	3,0 0 3-3	1,9 14 1-2	4,1 8 4-5	13 35 5-20	280	ladera superior y cima de ondulación fuerte
236 ¹	25	4,0 0 4-4	1,0 0 1-1	2,8 18 2-4	5 90 0-15	270	fondo de ondulación
237 ¹	25	2,6 21 2-3	1,0 19 1-2	3,5 14 3-4	11 37 2-18	274	pie de ladera transición a fondo de ondulación
304	25	2,6 21 2-3	1,8 39 1-4	4,9 18 3-6	27 67 4-70	286	cima y ladera superior de ondulación
307	25	3,0 0 3-3	1,0 19 1-2	3,6 16 3-5	6 67 0-14	280	ladera media, suave, de ondulación
313	25	3,0 0 3-3	1,2 42 1-3	4,5 21 2-6	27 48 1-55	276	parte superior de una ondulación baja
314	25	3,0 0 3-3	1,0 0 1-1	3,9 28 2-5	19 63 2-38	276	parte superior de una ondulación baja
329 ¹	25	3,0 0 3-3	1,1 30 1-2	3,9 23 2-5	14 51 5-30	274	ladera media, suave, de ondulación
340 ¹	25	1,0 0 1-1	3,5 29 2-5	5,3 9 5-6	52 21 33-70	293	cono de montículo

- 1) número de subparcelas evaluadas en cuanto a descriptores de suelo y pendiente
- 2) PROFUNDIDAD DEL SUELO: 1 = < 15 cm, 2 = 15] - 30], 3 = 30] - 60], 4 = ≥ 60 cm
- 3) PEDREGOSIDAD: 1 = sin piedras o escasas, 2 = moderadamente pedregoso, 3 = interfiere laboreo, 4 = interfiere maquinaria, 5 = cubre 15-90 % de la superficie
- 4) DRENAJE: 1 = muy escasamente drenado, 2 = escasamente drenado, 3 = imperfectamente drenado, 4 = moderadamente bien drenado, 5 = bien drenado, se elimina agua con facilidad, pero no rápidamente, 6 = algo excesivamente drenado
- 5) ALTITUD: estimada con base en el mapa topográfico (Fig. 4), en el centro de la parcela
- 6) a: promedio
b: coeficiente de variación en porcentaje
c: valores mínimo - máximo observados
- 7) parcelas consideradas para análisis de la vegetación arbórea dentro de Yarché-1, por su menor heterogeneidad de condiciones ambientales (ver acápite 5.2)

CUADRO A73.

Guatemala, Comité de Desarrollo comunal San Miguel,
San Andrés, El Petén
bosques de Yarché

setiembre 1994

vegetación con dap \geq 5.0 cm, cuadro con sólo las especies presentes en 2 parcelas y más peso de las especies expresado mediante el índice de valor de importancia simplificado [(abundancia porcentual + dominancia porcentual)/2, max 100%]

relevé nº	mon- ti- culo												
	topografía plano-ondulada de altura												
	3	2	2	2	2	3	1	2	3	2	1		
	4	2	0	2	2	3	1	2	3	2	2	3	1
	0	3	2	1	5	4	5	9	6	4	8	7	5
oc chuul	2.9:												0.5
Eugenia capuli	15.1:	0.9			0.4:				0.4				0.9
Metopium brownei	1.9:										0.5		
Ceiba aescutifolia	1.4:			0.4	0.3:								
Pithecellobium tonduzii	0.4:				0.7:						0.3		
Astronium graveolens	0.4:			0.3	1.1:	0.3							
Malmea depresa	0.4:								0.5:	0.4	0.3		0.5
Casearia nitida	0.9:									1.7			0.5
Bourreria oxyphylla	0.4:		0.3	0.4			1.1				1.1		
yaxochoc	1.0:					1.0	0.5						
Lysiloma sp.	2.3:					1.7	0.6						
Trichillia havenensis	2.2:	1.2	0.5	0.8		1.1	1.2	0.5	1.1:	0.4	0.3	0.3	
Simarouba amara	2.3:	0.5	0.7	0.7	2.1:	0.8	0.9						0.9
Bursera simaruba	7.8:	1.5	1.5		3.1:	1.1	0.8	0.6					
Krugiodendron ferreum	0.8:	0.5	0.3	0.6	0.4:		0.5						
Rollinia microsepala	0.8:		0.4	2.0	0.3:	1.1	0.7						0.5
Zanthoxylum elephantiasis	1.2:	0.4	1.8	2.1	0.4:	3.2	0.7	0.3	0.6:	0.3			3.3
Ampelocera hottlei		0.4			0.5:				3.0:	0.9	0.8	0.9	
Cedrela odorata	0.6:				1.2:				2.6:				0.3
Vitex gaumeri	1.7:	2.7	1.1	1.1	1.6:	0.7		0.3	1.8:	4.1	2.4	8.1	5.7
Alseis yucatanensis	1.4:	0.9	0.9	1.7	1.6:	1.3	0.8	1.1	1.1:	2.3	3.6	5.9	3.6
Spondias mombim	14.5:	3.1	1.7	1.9	8.4:	3.0	1.4	3.0	4.1:	9.4	9.7	2.0	1.4
Ficus involuta	4.6:	1.0	2.1	8.5	0.8:	7.7	3.4	2.9	6.8:	8.9	6.7	11.1	2.0
Ocotea sp.	0.8:	0.9	1.0	1.4		1.3		0.9			1.4	1.5	1.0
Inga leptoloba				0.3						0.6			0.5
Aspidosperma stegomeres				1.8				0.4		1.3	0.4		1.2
Lonchocarpus castilloi	0.3:			0.9	0.4:								1.4
Dendropanax arboreus	0.4:	0.3	1.6		2.1:			0.5				2.5	0.5
Pseudobombax ellipticum	0.8:				5.0:				0.5:	0.6		4.3	1.0
Cestrum racemosa			0.9	0.3	0.4:				0.3:	0.8	0.3	1.6	0.5
chununte			0.5	0.7	0.4:			0.8	0.8:	0.3		0.8	1.0
Rehdera penninervia	0.3:	1.1	0.9	0.3		0.6		1.7	3.0:	0.5	2.1	0.3	1.0
Sebastiania longicuspis	5.0:	0.9	2.4	1.1	2.2:	12.2	1.1	14.5	8.7:		8.9	1.8	11.4
Simarouba glauca			0.4		0.8:			2.2	0.5:	0.9	1.7	0.3	1.2

Blomia prisca	0.6:	6.3	2.4	5.3	4.0:	3.6	2.2	3.0	1.1:	1.1	0.5	2.0	1.2
Protium copal	0.6:	1.6	0.8	1.4	1.2:	0.8	0.9	0.8	0.4:		0.5	0.5	0.7
Manilkara achras	0.7:	7.5	2.5	2.6	3.9:	0.3	1.8	2.8	1.0:	1.1	0.5	0.8	9.2
Stemmadenia donnell-smithii	0.3:	2.0	1.5	1.5	1.4:	1.1		0.5	0.3:	0.7	2.9		1.5
Pouteria amygdalina	0.3:	8.6	8.7	9.0	2.9:	5.5	5.8	5.4	3.5:	4.8	1.6	3.7	3.2
Pseudolmedia spuria	:	6.3	10.8	8.2	1.8:	6.6	16.5	5.4	5.9:	4.2	1.7	4.4	3.2
Pouteria durlandii	3.7:	13.4	11.6	8.8	15.5:	9.2	19.1	21.4	8.4:	13.3	8.3	8.7	22.9
Pouteria campechiana	1.0:	4.3	5.8	6.7	2.8:	9.5	9.4	9.8	7.4:	7.6	6.0	4.2	6.2
Brosimum costaricanum	1.1:	5.0	7.6	5.5	11.4:	9.1	6.0	4.1	2.7:	8.0	13.3	0.3	0.9
Aspidosperma megalocarpon	:	1.7	7.6	3.5	3.4:	2.7	2.5	5.2	1.5:	3.7	1.6	2.4	
Guarea tonduzii	:	4.3	1.9	1.2	2.1:		0.4	0.4	1.1:	2.4	1.4	1.4	1.5
Sabal spp.	:	4.1	6.5	3.0	3.1:	1.5	1.4	1.3	9.4:	5.1	12.7	10.9	1.7
Cupania macrophylla	0.2:	0.9	1.2		1.3:	0.4	0.5		0.6:	1.7	1.2	0.3	0.4
ektic	:	2.6	0.4	4.1	2.4:		0.7		:	0.3	0.9		1.2
Wimmeria concolor	:	1.2	1.2	1.4	2.6:		0.5		:	0.3			0.4
Zuelania guidonia	0.3:	1.4		1.4	0.7:		0.4		:	0.5			
Bumelia mayana	:	0.3	0.8	0.9	0.4:	1.4	4.4	0.3	0.8:	0.3		1.4	1.2
Acacia dollichostachya	:	1.4	0.3	2.2	1.4:	4.4	4.9	0.8	2.9:	0.8	1.4	3.3	2.9
Pimenta dioica	:	1.3			1.5:	0.7	2.9	1.4	0.5:	0.3		0.9	0.5
Celtis trinervia	0.3:				:	0.4	0.5		:			0.3	0.5
Piscidia piscipula	:	1.0			:	1.5	0.5		:			0.6	0.9
Swartzia lundellii	:		2.2	0.3	:				:		0.3		
Lonchocarpus guatemalensis	:	1.6	0.5	0.3	:			1.0	:	0.3	0.9		
Cymbopetalum squamosa	:	2.2	1.3	1.0	0.4:	0.3	0.5	1.4	:		0.4		
Chrysophyllum mexicanum	:				:			0.5	0.8:				
Swietenia macrophylla	:			0.6	:		2.3	4.7	12.4:	0.3			
Ocotea lundellii	:	2.9	2.7	0.3	:	2.9	0.3		:	0.8	0.3	0.9	
Trichillia glabra	:	0.4			:				:	0.4			
Rosedendron donnell-smithii	:	0.4			:				:	0.5			
Trophis racemosa	:			0.3	1.0:	0.5			:		0.3	0.3	0.8
Cordia alliodora	:				0.5:				:				0.5
Hirtella americana	:				:				0.5:	0.9		1.0	
Calophyllum brasiliense	:		2.4	0.9	:		0.4		2.6:	3.8		1.2	
Cecropia spp.	:				:				0.5:			2.5	0.3
Bernardia interrupta	:				:				0.4:	0.5	0.5	1.8	0.5
Sickingia salvadorensis	:				:				:	0.8	1.5		
laurel negro	:				:		0.6		:		1.3		

CUADRO A74

LISTADO DE LAS ESPECIES VEGETALES DEL BOSQUE
ENCONTRADAS EN YARCHE-1

nombre común	nombre científico	fami lia*	grupo uso	gre mio
caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	MEL	PM	HD
cedro	<i>Cedrela odorata</i> Roem.	MEL	PM	HD
bayal	<i>Desmoncus</i> spp.	PAL	PnoM	?
botan	<i>Sabal</i> spp.	PAL	PnoM	EP
chico zapote	<i>Manilkara zapota</i> (L.) van Royen	SPT	PnoM	EP
pimienta	<i>Pimenta dioica</i> (L.) Merrill	MRT	PnoM	EP
xate hembra	<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart.	PAL	PnoM	EP
xate macho	<i>Chamaedorea elegans</i> Mart.	PAL	PnoM	EP
amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (HBK) Dugan	BOM	SconU	HD
canxan	<i>Terminalia amazonia</i> Liebm.	CMB	SconU	HD
conacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	LEG	SconU	?
jobillo	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	ANA	SconU	EP
malerio blanco	<i>Aspidosperma stegomeres</i>	APO	SconU	EP
malerio colorado	<i>Aspidosperma megalocarpon</i> Muell. Arg.	APO	SconU	EP
manax	<i>Pseudolmedia spuria</i> (Sw.) Griseb.	MOR	SconU	EP
manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i> Standl.	LEG	SconU	EP
santa maria	<i>Calophyllum brasiliense</i> (Camb.) Standl.	GUT	SconU	EP
aceituno	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	SMR	SsinU	?
aceituno peludo	<i>Hirtella americana</i> L.	CHB	SsinU	?
amate	<i>Ficus involuta</i> (Liebm.) Mig.	MOR	SsinU	EP
caniste	<i>Pouteria campechiana</i> (HBK) Baehmi.	SPT	SsinU	EP
cante	<i>Gliciridia sepium</i> (Jacq.) Steud.	LEG	SsinU	?
cedrillo	<i>Guarea tonduzzi</i>	MEL	SsinU	HD
cedrillo	<i>Guarea tonduzzi</i>	MEL	SsinU	HD
cedrillo hoja grande	<i>Guarea excelsas</i>	MEL	SsinU	Hd
ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	BOM	SsinU	HD
ceibillo	<i>Ceiba aescutifolia</i> (HBK) Britt. & Baker.	BOM	SsinU	?
chacaj colorado	<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	BRS	SsinU	HD
chacaj negro	<i>Bursera</i> sp.	BRS	SsinU	?
chaltecoco	<i>Caesalpinea velutina</i> (Britt. & Rose) Standl.	LEG	SsinU	HD
chechen blanco	<i>Sebastiania longicuspis</i> Standl.	EUP	SsinU	HD
chechen negro	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urban.	ANA	SsinU	HD
chintoc blanco	<i>Wimmeria concolor</i> Schl. & Cham.	CEL	SsinU	?
chintoc negro	<i>Krugiodendron ferreum</i> (Vahl) Urban.	RHM	SsinU	?

cojon de caballo	<i>Stemmadenia donnell-smithii</i> (Rose) W.	APO	SsinU	?
ektic	¿?	¿?	SsinU	?
gesmo	<i>Lysiloma</i> sp.	LEG	SsinU	HD
jabin	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg. Gard. & For.	LEG	SsinU	HD
jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	ANA	SsinU	HD
luin hembra	<i>Ampelocera hottlei</i> Standl.	ULM	SsinU	HD
maculis	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) D.C.	BIG	SsinU	?
mano de leon	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Ocne. & Planch.	ARL	SsinU	?
naranjillo	<i>Zanthoxylum elephantiasis</i> Macead.	RUT	SsinU	?
palo gusano	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i> Benth.	LEG	SsinU	?
pasaque hembra	<i>Simarouba glauca</i> DC.	SMR	SsinU	EP
quina	<i>Quiina schippii</i> Standl.	QII	SsinU	?
ramon blanco	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz.	MOR	SsinU	EP
ramon colorado	<i>Trophis racemosa</i> (L.) Urb.	MOR	SsinU	EP
ramon oreja de mico	<i>Brosimum costaricanum</i> Liebm.	MOR	SsinU	EP
roble	<i>Bourreria oxyphylla</i> Standl.	BOR	SsinU	?
sacuayum	<i>Matayba oppositifolia</i> (A. Rich.) Britt.	SAP	SsinU	?
saltemuche	<i>Sickingia salvadorensis</i> (Standl.) Standl.	RUB	SsinU	?
silion	<i>Pouteria amygdalina</i> (Standl.) Baehmi	SPT	SsinU	EP
son	<i>Alseis yucatanensis</i> Standl.	RUB	SsinU	HD
sosni	<i>Nectandra coriacea</i> (Swartz) Grisebach	LAU	SsinU	EP
subin colorado	<i>Acacia dollichostachya</i>	LEG	SsinU	HD
tamay	<i>Zuelania guidonia</i> (Sw.) Britt. & Millsp.	FLC	SsinU	?
tempisque	<i>Sideroxylon mayana</i> Standl.	SPT	SsinU	HD
testap	<i>Guettarda combsii</i> Urban	RUB	SsinU	?
tzol	<i>Blomia prisca</i>	SAP	SsinU	?
yaxnic	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.	VRB	SsinU	HD
zapotillo	<i>Pouteria durlandii</i> (Standl.) Baehmi	SPT	SsinU	EP
zapoton	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	BOM	SsinU	?
abalo	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> subsp. <i>buxifolium</i>	SPT	Ter	?
achiotillo	<i>Bernardia interrupta</i> (Schl.) Muell. Arg.	EUP	Ter	?
anona de montaña	<i>Cymbopetalum squamosa</i> L.	ANN	Ter	HD
baquelac	<i>Casearia nitida</i> (L.) Jacq.	FLC	Ter	?
baqueman	¿?	¿?	Ter	?
bojon negro	<i>Cordia gerascanthus</i> L.	BOR	Ter	?
boluche	¿?	¿?	Ter	?
campac	<i>Belotia campbellii</i> Sprague	TIL	Ter	?
capulin	<i>Muntingia calabura</i> L.	TIL	Ter	?
carboncillo	<i>Cupania guatemalensis</i> (Turcz.) Radlk.	SAP	Ter	?
catalog	<i>Swartzia lundellii</i> Standl.	LEG	Ter	?
chilamate	¿?	¿?	Ter	?
chile chachalaca	<i>Allophylus</i> spp.	SAP	Ter	?
chile malache	<i>Trichilia havenensis</i> Jacq.	MEL	Ter	?
chilonche	<i>Eugenia capuli</i> (Schl. & Cham.) Berg.	MRT	Ter	?

chonte	<i>Cupania macrophylla</i> A. Rich.	SAP	Ter	?
chununte	¿?	¿?	Ter	?
chunup matapalo	<i>Ficus</i> spp.	MOR	Ter	EP
cocche	¿?	¿?	Ter	?
coloc	<i>Talisia floresii</i> Standl.	SAP	Ter	?
copal	<i>Protium copal</i> (Schl. & Cham.) Engl.	BRS	Ter	EP
copo	<i>Coussapoa oligocephala</i> Donn. Sm.	MOR	Ter	?
cordoncillo	<i>Piper</i> spp.	PIP	Ter	?
costilla de danto	¿?	¿?	Ter	?
cuero de sapo	<i>Ateleia cubensis</i>	LEG	Ter	?
desconocido	¿?	¿?	Ter	?
frente de toro	¿?	¿?	Ter	?
frijolillo	¿?	¿?	Ter	?
guacamayo	<i>Phyllocarpus septentrionales</i>	LEG	Ter	?
guarumo	<i>Cecropia</i> spp.	MOR	Ter	HE
guaya	<i>Talisia olivaeformis</i> (HBK) Radlk.	SAP	Ter	EP
hoja de queso	¿?	¿?	Ter	?
huevo de chucho	¿?	¿?	Ter	?
ixcajaguay	<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pavon	SOL	Ter	?
jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.	SAP	Ter	?
jolte	<i>Miconia argentea</i> (Sw.) D.C.	MLS	Ter	?
julup	¿?	¿?	Ter	?
laurel blanco	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz. & Pav.) Cham.	BOR	Ter	HD
laurel negro	¿?	¿?	Ter	?
mata palo	<i>Ficus</i> spp.	MOR	Ter	EP
molinillo	<i>Quararibea fieldii</i> Millsp.	BOM	Ter	?
mora	¿?	¿?	Ter	?
oc chuul	¿?	¿?	Ter	?
ocbat	<i>Pithecellobium tonduzii</i> (Bar.) Standl.	LEG	Ter	?
ocumal	¿?	¿?	Ter	?
palo blanco	<i>Rosedendron donnell-smithii</i> Rose	BIG	Ter	?
palo de chombo	¿?	¿?	Ter	?
palo de diente	<i>Trichilia glabra</i> L.	MEL	Ter	?
palo de hueso	<i>Celtis trinervia</i> Lam.	ULM	Ter	?
palo de hule	<i>Castilla elastica</i> Sessé	MOR	Ter	?
palo de pito	<i>Erythrina americana</i> Mill.	LEG	Ter	?
palo espinudo	<i>Acacia angustissima</i> (Mill.) Kuntze	LEG	Ter	?
papaturrito	<i>Coccoloba reflexiflora</i> Standl.	PLG	Ter	?
papaturro blanco	<i>Coccoloba</i> spp.	PLG	Ter	?
piñon	<i>Jathropa curcas</i> L.	EUP	Ter	?
pucte	<i>Bucida buceras</i> L.	CMB	Ter	?
quiczain	¿?	¿?	Ter	?
quisainche	¿?	¿?	Ter	?
sabajche	¿?	¿?	Ter	?
sacalante aguacatillo	<i>Ocotea</i> sp.	LAU	Ter	?

sacuche	<i>Rehdera penninervia</i> Standl. & Moldenke	VRB	Ter	?
siquiya	<i>Chrysophyllum mexicanum</i> Brand & Standl.	SPT	Ter	?
sosni hoja fina	¿?	¿?	Ter	?
taj negro	¿?	¿?	Ter	?
tres marias	<i>Forchammeria trifoliata</i>	CPP	Ter	?
tzalam	<i>Lysiloma bahamensis</i> Benth.	LEG	Ter	HD
vitz	<i>Inga leptoloba</i> Schlecht.	LEG	Ter	?
yaxochoc	¿?	¿?	Ter	?
yaya	<i>Malmea depressa</i> (Baill.) Fries	ANN	Ter	?
yaya sufricay	<i>Rollinia microsepala</i> Standley	ANN	Ter	?

*) abreviaturas de las familias según WEBER, W. 1982. Mnemonic three-letter acronyms for the families of vascular plants: a device for more effective herbarium curation. *Taxon* 31(1):74-88.

CUADRO A75. INFORMACION SILVICULTURAL E INDUSTRIAL DE LAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN YARCHE-1 [dap >= 10 cm].

NOMBRE COMUN	Dmax [cm]	Dsup [cm]	Dg [cm]	Hcma [m]	Htmax [m]	ABUND.		IVI	CARACT. DE LA MADERA			GRUPO DE ECO. MANEJO			
						[n/ha]	[m ² /ha]		[%]	Dens.	Dur.		Trab.	Sec.	
CAOBA	120.0	?	69.5	17	22	2.5	0.938	48	4.0	Me	Re	Fa	Fa	HD	PM
CEDRO	86.0	?	44.1	14	20	1.6	0.233	33	1.1	Me	Re	Fa	Fa	HD	PM
BOTAN	24.8	22.8	18.3	18	20	37.3	0.983	95	10.3	?	?	?	?	EP	PnoM
CHICOZAPOTE	73.8	54.5	31.3	15	20	16.1	1.232	100	7.5	Ma	Re	MF-Di	MF	EP	PnoM
PIMIENTA	35.9	?	22.8	10	17	2.5	0.101	43	0.8	Ma	Re	Di	MF	EP	PnoM
AMAPOLA	78.0	?	42.8	12	20	2.2	0.302	33	1.5	Ba	NR-Fa	Fa	Fa	HD	SconU
JOBILLO	43.8	?	23.7	15	20	1.5	0.067	33	0.5	Al	Re	Fa	MF-Di	EP	SconU
MALERIO BLANCO	52.0	?	31.5	15	20	1.8	0.133	29	0.8	Al	Re	MF	MF	EP	SconU
MALERIO COLORADO	48.0	32.6	19.7	17	22	15.9	0.482	81	4.6	Al	Re	MF	MF	EP	SconU
MANAX	40.1	33.9	19.8	15	20	36.2	1.128	95	10.7	Al	NR-Fa	MF-Di	MF	EP	SconU
MANCHICHE	37.8	?	26.8	10	19	0.8	0.043	14	0.3	Al	Re	MF-Di	MF	EP	SconU
SANTA MARIA	67.8	?	44.6	16	20	2.0	0.297	38	1.5	Me	MR	MF	MF	EP	SconU
ACEITUNO	46.0	36.4	22.6	11	19	4.5	0.175	67	1.4	?	?	?	?	NC	SsinU
ACEITUNO PELUDO	33.3	?	22.6	10	17	1.9	0.076	33	0.6	?	?	?	?	NC	SsinU
AMATE	90.0	75.0	39.4	16	20	13.5	1.653	91	8.6	?	?	?	?	EP	SsinU
CANISTE	64.7	40.5	22.8	13	20	33.0	1.346	100	10.9	Me-Al	MR	?	?	EP	SsinU
CANTE	39.0	?	26.9	9	14	0.6	0.033	5	0.2	Al	Re	MF	MF	NC	SsinU

CUADRO A75. INFORMACION SILVICULTURAL E INDUSTRIAL DE LAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN YARCHE-1 [dep >= 10 cm].
Continuacion...

NOMBRE COMUN	Dmax [cm]	Dsup [cm]	Dg [cm]	Hcma [m]	Htmax [m]	ABUND. [n/ha]	DOMIN. [m ² /ha]	FREQ [%]	IVI	CARACT. DE LA MADERA			GRU- DE	GRUPO DE MANEJO	
										Dens.	Dur.	Trab. Sec.			
CEDRILLO	24.7	22.0	15.6	8	15	3.9	0.073	62	1.0	Me	Re	MF	Fa	HD	SsinU
CEIBA	23.0	?	23.0	12	16	0.2	0.008	5	0.1	MB	NR-Fa	MF	Fa	HD	SsinU
CEBILLO	17.7	?	14.8	6	10	0.9	0.013	14	0.2	?	?	?	?	HD	SsinU
CHACAJ COLORADO	39.8	39.3	22.9	15	19	7.5	0.307	52	2.5	Ba	NR-Fa	Fa	Fa	HD	SsinU
CHACAJ NEGRO	15.1	?	15.1	8	10	0.2	0.003	5	0.1	?	?	?	?	NC	SsinU
CHECHEN BLANCO	46.7	38.7	23.2	16	20	55.5	2.342	95	18.7	Me	Re	Fa	Fa	HD	SsinU
CHECHEN NEGRO	23.0	?	18.7	9	16	1.1	0.031	10	0.3	Al	Re	MF	Di	HD	SsinU
CHINTOC BLANCO	35.9	28.8	19.7	15	20	6.6	0.197	57	1.9	?	?	?	?	NC	SsinU
CHINTOC NEGRO	28.7	?	21.7	10	18	0.6	0.021	14	0.2	?	?	?	?	NC	SsinU
COJON DE CABALLO	29.7	26.7	16.0	12	16	4.9	0.095	67	1.2	?	?	?	?	NC	SsinU
EKTIC	42.5	38.6	22.5	12	18	4.1	0.159	48	1.3	?	?	?	?	NC	SsinU
GESMO	44.0	?	23.5	9	18	3.1	0.132	29	1.0	?	?	?	?	HD	SsinU
JABIN	47.8	?	26.2	15	20	1.5	0.082	29	0.6	Al	Re	MF	Fa	HD	SsinU
JOBO	60.1	43.4	26.3	16	20	30.9	1.681	100	11.8	Ba	MR	Fa	Fa	HD	SsinU
LWIN HEMBRA	37.1	37.1	22.2	12	19	4.0	0.155	48	1.3	Al	Re	MF	MF	HD	SsinU
MACULIS	71.4	?	71.4	10	20	0.2	0.076	5	0.3	Me	MR	Fa	Fa	NC	SsinU
MANO DE LEON	67.0	?	36.5	12	20	2.4	0.239	33	1.3	?	?	?	?	NC	SsinU
NARANJILLO	25.8	21.7	15.4	14	18	6.5	0.121	67	1.6	Me	MR	Fa	MF	NC	SsinU
PALO DE GUSANO	38.2	?	23.2	12	20	2.1	0.088	33	0.7	Al	MR	MF-Di	Fa	NC	SsinU
PASAQUE HEMBRA	45.6	?	23.2	10	20	2.7	0.113	48	0.9	Me	NR-Fa	Fa	Fa	EP	SsinU
QUINA	27.1	?	21.0	15	20	1.1	0.039	24	0.3	?	?	?	?	NC	SsinU
RAMON BLANCO	36.0	?	26.1	12	18	0.6	0.031	14	0.2	?	?	?	?	EP	SsinU
RAMON COLORADO	17.4	?	13.9	12	18	1.9	0.029	48	0.5	Al	NR-Fa	MF	MF	EP	SsinU
RAMON OREJA MICO	120.0	60.5	34.4	15	20	23.8	2.210	100	12.6	Al	NR-Fa	MF	MF	EP	SsinU
ROBLE	39.4	?	30.2	8	15	0.8	0.055	19	0.4	MA	Re	Di	Di	NC	SsinU
SACUAYUM	34.8	?	30.4	12	18	0.4	0.028	10	0.2	Al	MR	Fa	MF	NC	SsinU

CUADRO A75. INFORMACION SILVICULTURAL E INDUSTRIAL DE LAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN YARCHE-1 [dap >= 10 cm].
Continuacion...

NOMBRE COMUN	Dmax	Dsup	Dg	Hcma	Htmax	ABUND.	DOMIN.	FREQ	IVI	CARACT. DE LA MADERA			GRUPO DE MANEJO		
	[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]					[n/ha]	[m ² /ha]	[%]		Dens.	Dur.
SALTEMUCHE	12.8	?	12.3	8	12	0.6	0.007	10	0.1	Al	MR	Fa	Fa	NC	SsinU
SILION	65.0	46.6	26.1	16	21	23.9	1.271	95	9.0	Al	MR	?	?	EP	SsinU
SON	43.3	38.1	21.2	12	18	10.9	0.383	76	3.4	Al	MR	Fa	MF	HD	SsinU
SOSNI	51.9	?	25.7	8	16	2.2	0.118	48	0.8	Ba	MR	Fa	Fa	EP	SsinU
SUBIN COLORADO	22.2	18.5	13.8	18	20	11.4	0.171	91	2.7	?	?	?	?	HD	SsinU
TAMAY	46.1	?	32.1	16	20	0.8	0.062	19	0.4	Me	MR	MF	MF-Di	NC	SsinU
TEMPISQUE	70.8	70.0	27.7	15	20	5.1	0.311	76	2.1	?	?	?	?	HD	SsinU
TESTAP	11.9	?	11.9	12	17	0.2	0.002	5	0.0	?	?	?	?	NC	SsinU
TZOL	47.9	39.1	22.9	9	17	14.7	0.602	86	4.9	?	?	?	?	NC	SsinU
YAXNIK	110.0	75.0	34.5	14	20	13.3	1.245	91	7.1	Me	MR	MF	MF	HD	SsinU
ZAPOTILLO	55.8	36.9	21.1	12	19	86.6	3.040	100	26.8	Me-Al	MR	?	?	EP	SsinU
ACHIOTILLO	21.5	?	13.8	8	15	1.5	0.023	24	0.4	?	?	?	?	NC	ter
ANONA DE MONTANA	22.8	22.8	13.4	8	16	3.7	0.051	48	0.8	?	?	?	?	HD	ter
BAQUELAC	23.4	?	19.1	4	12	0.4	0.011	10	0.1	?	?	?	?	NC	ter
BAQUEMAN	11.6	?	10.9	4	10	0.4	0.004	5	0.1	?	?	?	?	NC	ter
CAMPAC	13.1	?	13.1	8	15	0.2	0.003	5	0.1	?	?	?	?	NC	ter
CATALOX	52.2	52.2	38.3	10	18	0.4	0.044	14	0.2	?	?	?	?	NC	ter
CHILE MALACHE	19.5	?	14.0	8	15	2.9	0.044	48	0.7	?	?	?	?	NC	ter
CHILONCHE	22.5	?	13.3	6	12	3.1	0.044	19	0.7	?	?	?	?	NC	ter
CHONTE	18.4	18.4	13.4	8	15	4.0	0.056	48	0.9	?	?	?	?	NC	ter
CHUNUNTE	31.8	31.8	19.4	15	17	1.3	0.039	33	0.4	?	?	?	?	NC	ter
CHUNUP MATAPALO	16.5	?	16.5	10	17	0.2	0.004	5	0.1	?	?	?	?	EP	ter
COPAL	26.3	22.8	16.2	12	19	6.1	0.126	71	1.6	Al	Re	MF	Di	EP	ter

CUADRO A75. INFORMACION SILVICULTURAL E INDUSTRIAL DE LAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN YARCHE-1 [dap >= 10 cm].
Continuacion...

NOMBRE COMUN	Dmax	Dsup	Dg	Hcma	Htmax	ABUND.	DOMIN.	FREQ	IVI	CARACT. DE LA MADERA			GRU- PO	GRUPO DE MANEJO
	[cm]	[cm]	[cm]	[m]	[m]					[n/ha]	[m^2/ha]	[%]		
COPO	37.8	?	28.9	11	17	0.4	0.025	10	0.2	?	?	?	NC	ter
DESCONOCIDOS	28.4	?	21.3	6	15	0.6	0.020	10	0.2	?	?	?	NC	ter
FRENTE DE TORO	110.0	?	61.6	10	18	1.0	0.283	19	1.2	?	?	?	NC	ter
GUARUMO	18.2	?	14.0	12	17	1.9	0.029	14	0.5	MB	NR-Fa	MF	HE	ter
IXCAJAGUAY	26.4	?	15.8	8	16	2.1	0.044	52	0.5	?	?	?	NC	ter
JABONCILLO	17.9	?	14.9	12	16	0.6	0.010	10	0.1	?	?	?	NC	ter
LAUREL BLANCO	16.0	?	14.2	8	14	0.4	0.006	5	0.1	Me	Re	Fa	HD	ter
LAUREL NEGRO	26.4	?	20.5	10	15	0.8	0.025	14	0.2	?	?	?	NC	ter
MATAPALO	45.0	?	45.0	10	19	0.2	0.030	5	0.2	?	?	?	EP	ter
MOLINILLO	19.0	?	19.0	7	14	0.2	0.005	5	0.1	?	?	?	NC	ter
MORA	43.6	?	43.6	4	18	0.2	0.028	5	0.1	?	?	?	NC	ter
OC CHUUL	14.0	?	13.2	8	14	0.8	0.010	10	0.2	?	?	?	NC	ter
OCBAT	30.9	?	23.0	15	20	0.4	0.016	10	0.1	?	?	?	NC	ter
OCUMAL	10.8	?	10.8	5	10	0.2	0.002	5	0.0	?	?	?	NC	ter
PALO BLANCO	16.2	?	16.2	6	12	0.2	0.004	5	0.1	Al	Re	MF	NC	ter
PALO DE CHOMBO	31.5	?	25.1	8	16	0.6	0.036	10	0.2	?	?	?	NC	ter
PALO DE HUESO	30.6	?	15.8	10	20	1.1	0.025	24	0.3	?	?	?	NC	ter
PALO DE PITO	12.2	?	12.2	8	10	0.2	0.002	5	0.0	?	?	?	NC	ter
PAPATURRO BLANCO	25.3	?	25.3	10	17	0.2	0.010	5	0.1	?	?	?	NC	ter
PINON	12.2	?	12.2	3	8	0.2	0.002	5	0.0	?	?	?	NC	ter
QUISAINCHE	20.1	?	16.1	10	16	0.4	0.008	10	0.1	?	?	?	NC	ter
SACALANTE AGUA.	40.0	?	27.5	14	20	3.1	0.181	48	1.2	Ba	MR	Fa	NC	ter
SACUCHE	61.5	60.9	27.7	15	20	4.0	0.241	62	1.6	Al	MR	Fa	NC	ter
SIQUIYA	18.0	?	14.5	6	12	0.6	0.009	10	0.1	?	?	?	NC	ter
TAJ NEGRO	13.2	?	11.8	4	8	0.6	0.006	5	0.1	?	?	?	NC	ter
TZALAM	43.7	?	26.5	10	16	1.9	0.094	5	0.7	?	?	?	HD	ter

CUADRO A75. INFORMACION SILVICULTURAL E INDUSTRIAL DE LAS ESPECIES ARBOREAS PRESENTES EN YARCHE-1 [dap >= 10 cm].
Continuacion...

NOMBRE COMUN	Dmax [cm]	Dsup [cm]	Dg [cm]	Hcma [m]	Htmax [m]	ABUND. [n/ha]	DOMIN. [m ² /ha]	FREQ [%]	IVI	CARACT. DE LA MADERA			GRUPO DE ECO. MANEJO
										Dens.	Dur.	Trab. Sec.	
VITZ	26.6	?	21.2	10	17	0.8	0.027	19	0.2	?	?	?	NC ter
YAXOCHOC	14.3	?	12.8	8	15	0.6	0.007	10	0.1	?	?	?	NC ter
YAYA	27.2	?	17.3	10	17	1.5	0.036	24	0.4	?	?	?	NC ter
YAYA SUFRICAY	38.4	24.4	18.4	12	18	4.1	0.107	48	1.1	?	?	?	NC ter
TOTALES						565.2	26.539		200.0				

-Dmax= dap máximo; Dsup= dap superior; Dg= dap medio cuadrático; Hcmax= altura comercial máxima;

-Htmax= altura total máxima

-Heliofita durable (HD); Heliofita efimera (HE); Esciofita parcial (EP); No conocido (NC).

-Dens= densidad [ba=baja; Me=media; Al=alta; MA=muy alta]

-Dur= durabilidad [Re=resistente; MR=moderadamente resistente; NR=no resistente; Fa=fácil de preservar]

-Trab= trabajabilidad; Sec= secado [Fa=fácil; MF=moderadamente fácil; Di=difícil]

-Dsup= valor del dap que separa la población indefinida como conjunto de individuos con dap >=10 cm de una especie| en dos grupos: el primero con los individuos mas gruesos [5% superior de la población] y el segundo con los individuos restantes [95% inferior de la población].
Incluye especies con mas de 20 individuos medidos.