

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

ANÁLISIS SILVICULTURAL DE DOS TIPOS DE BOSQUE
HÚMEDO DE BAJURA EN LA VERTIENTE ATLÁNTICA
DE COSTA RICA

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

Magister Scientiae

Por

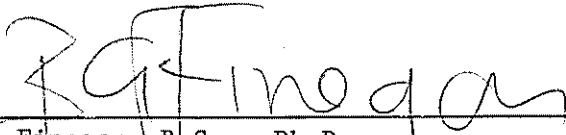
MARIA ISABEL MANTA NOLASCO

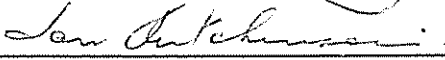
CATIE
Turrialba, Costa Rica
1988

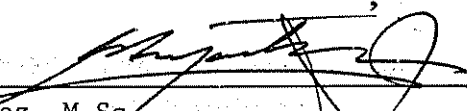
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

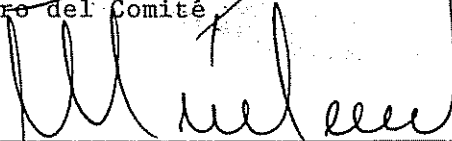
MAGISTER SCIENTIAE

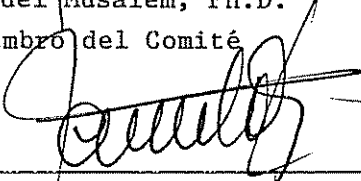
COMITE ASESOR:



Bryan Finegan, B.Sc., Ph.D.
Profesor Consejero

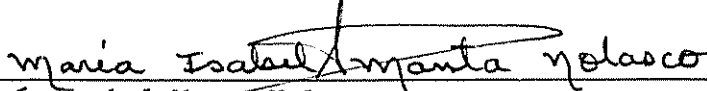

Ian Hutchinson, B.Sc. For., Dip. For.
Miembro del Comité


Héctor Martínez, M.Sc.
Miembro del Comité


Miguel Musálem, Ph.D.
Miembro del Comité


Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado


Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza


María Isabel Mantá Nolasco
Candidato

DEDICATORIA

A Enrique y Eulalia, mis padres, apoyo leal y sincero en todas las etapas de mi formación profesional.

A Rosario, Carlos, José y Julián, mis hermanos, por el estímulo en la realización de este trabajo.

A los estudiantes del presente y del futuro.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación fue dirigido por Bryan Finegan, B.Sc., Ph.D., a quien agradezco sinceramente por su orientación académica, asistencia y comprensión en calidad de profesor consejero. De igual manera a Ian Hutchinson B.Sc. For., Dip. For., por su amistad, enseñanza y acertada co-dirección en la realización del presente estudio.

Agradezco a los miembros de Comité Asesor: Héctor Martínez, M.Sc. y Miguel Musalem, Ph.D. por las contribuciones al revisar y sugerir modificaciones a este documento.

Andrés Shwyzer cuyos comentarios y trabajos en los bosques de la Amazonia peruana despertaron el interés en estudiar los bosques naturales.

Todo mi agradecimiento a la Deutsche Stiftung für Internationale Entwicklung (DSE) de la República Federal Alemana, por haber financiado mis estudios.

A Lucrecia Guillén, Martín Artavia, y Lorena Orozco quienes además de su apoyo técnico en el trabajo de campo me brindaron su amistad y fraternidad en momentos difíciles. Así mismo a Ronald Esquivel y Marvin Rojas trabajadores, por la amplia colaboración durante la fase de campo.

Estoy muy agradecida a David Hughell, integrante del proyecto Madeleña, quien me dio indispensable ayuda en el aspecto de computación.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, en especial a Lisseth Brenes y Rigoberto Aguilar.

Finalmente mi especial agradecimiento a Rocío Jiménez, por el trabajo gráfico realizado. Así mismo, Marcia de Abarca, Ligia Pérez, Luisa García y demás colaboradores quienes de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

BIOGRAFIA

La autora nació en Lima, Perú. Hija de Enrique Manta Saavedra y Eulalia Nolasco Villa. Realizó estudios primarios y secundarios en la Gran Unidad Escolar Rosa de Santa María, en la misma Ciudad.

Cursó sus estudios universitarios en la Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú, Donde se graduó como Bachiller en Ciencias Forestales en el año 1983.

Desde octubre de 1983 Trabajó como especialista técnico en Manejo Forestal en la Dirección General Forestal y de Fauna del Ministerio de Agricultura.

En setiembre de 1986 ingresó al Programa de Posgrado en el Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), al departamento de Recursos Naturales Renovables (ahora Area de Producción Forestal y Agroforestal), obteniendo el grado Magister Scientiae con énfasis en Silvicultura, en noviembre de 1988.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	xi
SUMARY.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xv
LISTA DE FIGURAS.....	xx
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Bases ecológicas de la silvicultura de los bosques húmedos tropicales	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Clasificación de tipos de bosque	5
2.1.3. Organización de los bosques húmedos tropicales	7
2.1.3.1 Distribuciones diamétricas....	7
2.1.3.2 Area basal.....	8
2.1.3.3 Organización vertical.....	9
2.1.4. La dinámica del bosque.....	10
2.1.5. El microclima del bosque.....	15
2.1.6. Interpretación de la dinámica de bosques primarios y secundarios	17
2.2. La silvicultura de los bosques húmedos tropicales	18
2.2.1. Tratamientos silviculturales	20
2.2.2. Sistemas silviculturales	23
2.2.3. Principios generales de la silvicultura.....	25

	Página
3. MATERIALES Y METODOS	27
3.1. Descripción de la zona de estudio	27
3.1.1. Localización geográfica	27
3.1.2. Clima y vegetación	27
3.1.3. Descripción general de suelos	29
3.2. Metodología del levantamiento	30
3.2.1. Elección del área de estudio	30
3.2.2. Establecimiento de las parcelas de estudio	30
3.2.3. Levantamiento topográfico	32
3.2.4. Reconocimiento de suelos	32
3.2.5. Muestreo de la vegetación arbórea	33
3.2.6. Clasificación de especies en grupos ecológicos y comerciales	33
3.2.7. Inventario de la vegetación	34
3.2.8. El muestreo diagnóstico	37
3.3. Análisis de la información	38
3.3.1. Representatividad de los resultados ..	38
3.3.2. Caracterización ecológica	39
3.3.3. Caracterización estructural	40
3.3.3.1. Organización horizontal	40
3.3.3.2. Organización vertical	42
3.3.4. Condición silvicultural	42
3.3.5. Análisis del muestreo diagnóstico	43

	Página
4. RESULTADOS	44
4.1. Descripción de los tipos de bosque	44
4.1.1. Topografía	44
4.1.2. Suelos	44
4.2. Bosque secundario	45
4.2.1. Caracterización ecológica	45
4.2.2. Caracterización estructural	49
4.2.2.1. Organización horizontal	49
4.2.2.2. Organización vertical	58
4.2.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales	60
4.3. Bosque aprovechado	78
4.3.1. Caracterización ecológica	78
4.3.2. Caracterización estructural	82
4.3.2.1. Organización horizontal.....	82
4.3.2.2. Organización vertical	91
4.3.3. Condición silvicultural de los grupos comerciales	92
5. DISCUSION	109
5.1. Bases de la silvicultura	109
5.1.1. Existencia de especies comerciales y potencial para el manejo	109
5.1.2. Estructura y composición florística ..	111
5.1.3. Interpretación dinámica de los re- sultados, con énfasis en la regene- ración valiosa	113

	Página
5.2. Silvicultura	117
5.2.1. Marco general	117
5.2.2. Propuesta de tratamiento silvicultu- ral en el bosque secundario	117
5.2.3. Propuesta de tratamiento silvicultu- ral en el bosque aprovechado	119
6. CONCLUSIONES	123
7. RECOMENDACIONES	126
8. BIBLIOGRAFIA	129
9. ANEXOS	134

MANTA, M. I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.

Palabras claves: Regeneración natural, organización, composición, bosques intervenidos, bosques secundarios, bosques aprovechados, muestreo diagnóstico, tratamiento silvicultural.

RESUMEN

El análisis silvicultural de especies valiosas fue realizado en una superficie de 26,6 ha, donde se desarrollan bosques secundarios (1,6 ha) y bosques aprovechados (25 ha) de bajura, en la Virgen de Sarapiquí, Costa Rica. El bosque clasificado como primario finalmente no fue encontrado.

El objetivo del estudio fue desarrollar lineamientos generales de tratamientos silviculturales, que mejoren los bosques secundarios y aprovechados estudiados desde el punto de vista productivo. Dichos lineamientos se elaboraron en base a las características ecológicas, estructurales y silviculturales, de cada tipo de bosque. Este trabajo constituye un primer paso hacia el manejo forestal rentable y sostenible de estos bosques.

Un inventario de la vegetación, se llevó a cabo en parcelas de 20x20 m, donde cada parcela se subdividió en parcelas de tamaño variable, dependiendo de la categoría de regeneración a evaluar. Se recopiló información, a partir de 0,3 m de altura hasta 39,9 cm de DAP, para la regeneración natural e información para el conjunto de individuos \geq a 40 cm de DAP (árboles maduros).

Un análisis topográfico y de reconocimiento de suelos permitió determinar que, los suelos son predominantemente iguales presentándose ligeras diferencias en cuanto a materia orgánica y pH. Por lo tanto, las diferencias ecológicas, estructurales y silviculturales entre los dos tipos de bosque, se pueden atribuir al grado de intervención humana principalmente.

La caracterización de cada tipo de bosque, se realizó tomando en base los siguientes aspectos: 1) cuadro de la vegetación por especies y por grupos comerciales 2) organización horizontal: para todos los individuos de cada tipo de bosque y para los grupos comerciales (Ocupación del sitio); y organización vertical 3) distribuciones diamétricas del número de árboles, según grupos comerciales

y por clases diamétricas de grupos ecológicos, iluminación de copa, forma de copa y calidad de fuste, y 4) muestreo diagnóstico.

El bosque secundario presenta 452,5 árboles valiosos/ha y 17,29 m²/ha de área basal valiosa, a partir de 5 cm de DAP. El bosque aprovechado presenta 261,0 árboles valiosos/ha y 16,13 m²/ha de área basal valiosa, a partir de 5 cm de DAP. Las áreas basales totales deficientes de estos bosques, comparados con el área basal (29,08 m²/ha) de los bosques húmedos primarios, cercanos a la zona de estudio, muestran que están en proceso de recuperación después de perturbaciones.

La existencia de regeneración valiosa a nivel de fustales, es adecuada, para ambos tipos de bosque según lineamientos existentes, calificándose como espectacular en el bosque secundario. En cambio la regeneración valiosa a nivel de latizales es insuficiente y variable, lo que induce a pensar que hay un "cuello de botella" en el proceso de regeneración natural.

El bosque secundario está dominado por las heliófitas durables valiosas (representado principalmente por Vochysia ferruginea). Dada la actual deficiencia de latizales se supone que, en algún momento será necesario la inducción de regeneración valiosa si se quiere seguir produciendo heliófitas durables en el marco de un sistema monocíclico.

El bosque aprovechado está dominado por esciófitas, donde Pentaclethra macroloba es la de mayor importancia ecológica. Este resultado indica que los procesos de renovación se mantienen aún exista deficiencia de latizales, no siendo necesario tomar medidas silviculturales dirigidas hacia la inducción de regeneración valiosa.

El bosque secundario presenta mejores condiciones silviculturales en términos de iluminación de copa, forma de copa, y calidad de fuste que el bosque aprovechado, sin embargo, ambos tipos de bosque necesitan de un tratamiento de raleo de acuerdo a los resultados del muestreo diagnóstico. De acuerdo a las características ecológicas, estructurales y silviculturales para cada tipo de bosque, se concluye que el marco silvicultural apropiado para el bosque secundario es un sistema monocíclico y el sistema apropiado para el bosque aprovechado es el sistema policíclico. Se presentan propuestas de tratamientos silviculturales para cada tipo de bosque las que deben ser probadas en el área de estudio.

MANTA, M. I. 1988. Silvicultural analysis of two types of lowland wet forest on the atlantic slope of Costa Rica. Mag. Sc. thesis, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 150 p.

key words: Natural regeneration, organisation, composition, exploited forest, secondary forest, diagnostic sampling, silvicultural treatment.

SUMMARY

The silvicultural analysis of valuable species was carried out in 26.6 ha, including 1.6 ha of secondary forest and 25 ha of logged primary forest, in La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica. Unlogged primary forest was not found at the study site.

The objective of the study was to develop general guidelines for silvicultural treatments for the improvement of the forest types studied from the productive point of view. These guidelines were developed on the basis of the ecological, structural and silvicultural characteristics of each forest type. The work constitutes a first step towards profitable, sustainable, use of these forests.

The inventory of the vegetation was carried out in 20m x 20m plots, within which were located plots of varying size depending on the size-class to be sampled. All size-classes > 0.3 m height (h) were sampled. Natural regeneration was defined as trees from 0.3 m h to 39.9 cm dbh. Trees dbh >40 cm were defined as mature.

On the basis of a topographic analysis and reconnaissance sampling of soils it was determined that the physical environment is basically the same in the two different types of forest, only small differences in pH and soil organic matter content being detected. From these results it is concluded that the ecological, structural and silvicultural differences between the two forest types can be attributed, in the main, to the degree of human intervention.

The two forest types were characterised in the following way: 1) stand tables by species and commercial group; 2) horizontal organisation for the whole vegetation and by commercial groups (stocking), and vertical organisation; 3) distributions by diameter classes of the total number of trees, and of the number of trees by commercial and ecological groups, and by classes of crown illumination, crown form and stem form; 4) diagnostic sampling.

In the secondary forest the number of commercial trees was 452.5/ha, these summing a basal area of 17.29 m²/ha (trees dbh > 5 cm). The corresponding figures for commercial trees in the logged primary forest are 261/ha and 16.13 m²/ha, respectively. The total basal areas of both types of forest are low when compared to that of the primary forests of the study zone, indicating that both are in the process of recovery following disturbances.

The stocking of commercial trees in the pole class is adequate in both forest types, reaching spectacular levels in the secondary forest. On the other hand, stocking of saplings is insufficient and variable, leading to the conclusion that there is a "bottleneck" in the regeneration process at this level.

The secondary forest was dominated by long-lived, intolerant commercial species (mainly Vochysia ferruginea). Given the insufficiency of saplings in this forest and the intolerant nature of the dominants, it must be concluded that the induction of commercial regeneration will be necessary at some point, assuming that the objective of management remains the same.

The logged primary forest was dominated by tolerant species, with Pentaclethra macroloba by far the most abundant of these. This result suggests that, despite the apparent deficiency of saplings, the regeneration process is continuous and induction treatments will not be necessary.

On the basis of crown illumination, crown form and stem quality, the silvicultural condition of the commercial trees is better in the secondary than in the logged primary forest. However, the diagnostic sampling indicated a need for thinning in both forest types. In accordance with the ecological, structural and silvicultural analyses carried out, it is concluded that the secondary forest could be adequately managed in the framework of a monocyclic silvicultural system, and the logged primary forest in that of a polycyclic system. Proposals for immediate silvicultural treatment are presented for both forest types. These should now be tested in the study areas.

LISTA DE CUADROS

En el texto:

Número	Página
1. Aumento en crecimiento esperado en el bosque natural como resultado de un tratamiento silvícola	19
2. Tamaño de parcela en las que se realizó la evaluación de la regeneración natural y de árboles maduros.....	35
3. Intensidad de muestreo de la regeneración natural y número total de parcelas en cada tipo de bosque.....	35
4. Información registrada para cada individuo según categoría de regeneración natural y árboles maduros.....	37
5. Especies comerciales del bosque secundario (todas clases de tamaño)	46
6. Cuadro de la vegetación del bosque secundario para las especies con DAP \geq 10 cm.....	47
7. Cuadro de la vegetación por grupo comercial para las especies con DAP \geq 10 cm del bosque secundario	49
8. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque secundario	52
9. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	52
10. Abundancia (N) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos maderables del bosque secundario	55
11. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario.....	57

Número	Página
12. Frecuencia de los grupos comerciales de la regeneración natural y de árboles maduros en el bosque secundario	59
13. Altura total mínima (H min), máxima (H max) y promedio (Hx) de la regeneración natural y de árboles maduros del bosque secundario ...	59
14. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	63
15. Distribución diamétrica del área basal (G) según los grupos comerciales de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	63
16. Grupos ecológicos según grupos comerciales para los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	65
17. La iluminación de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	68
18. Forma de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	71
19. Calidades de fuste de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	74
20. Muestreo diagnóstico del bosque secundario de 25 años. Número de deseables sobresalientes (N) según la iluminación de copa	76
21. Número de deseables sobresalientes (N) afectados por lianas en el bosque secundario	77
22. Lista de especies comerciales encontradas en el bosque aprovechado (todas clases de tamaños)	79
23. Cuadro de la vegetación del bosque aprovechado para las especies con DAP \geq 10 cm.	81

Número	Página
24. Cuadro de la vegetación por grupos comerciales. Especies con DAP \geq 10 cm del bosque aprovechado	82
25. Abundancia, área basal y frecuencia promedio de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque aprovechado	83
26. Distribución de la abundancia (N) y área basal (G) por clases diamétricas de todas las especies con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	87
27. Abundancia (N) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales del bosque aprovechado	89
28. Área basal (G) de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	90
29. Frecuencia de la regeneración natural y de árboles maduros según grupos comerciales en el bosque aprovechado	91
30. Altura total mínima (H min), máxima (H max) y promedio (Hx) de la regeneración natural y de árboles maduros del bosque aprovechado	92
31. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	95
32. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	95
33. Grupos ecológicos según grupos comerciales para los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	97
34. La iluminación de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	98
35. Forma de copa de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	101

Número	Página
36. Calidades de fuste de los grupos comerciales para individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	104
37. Muestreo diagnóstico del bosque aprovechado de 25 años. Número de deseables sobresalientes (N) según iluminación de copa	107
38. Número de deseables sobresalientes (N) afectados por lianas en el bosque aprovechado	108
39. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque secundario	121
40. Número de árboles y área basal a eliminarse (N y G) según grupos comerciales y calidades de fuste del bosque aprovechado	122

En el anexo:

1A. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial deseable	135
2A. lista de especies que pertenecen al grupo comercial aceptable	136
3A. Clasificación de la iluminación de la copa. Dawkins (1958)	137
4A. Clasificación de la forma de la copa. Synnott (1979)	139
5A. Clasificación de árboles según la calidad de mejor troza. Hutchinson (1987b)	141
6A. Características necesarias para escoger un deseable sobresaliente. Hutchinson (1987c)	143
7A. Análisis físico-químico de dos unidades fisiográficas de suelos del bosque secundario. n=2..	146
8A. Análisis físico-químico de tres unidades fisiográficas de suelos del bosque aprovechado. n=2.....	147

9A. Medida de dispersión de la abundancia (N) de todas las especies del bosque aprovechado. n=5 ha	148
10A. Medida de dispersión del área basal total promedio (G) del bosque aprovechado. n=5 ha ..	149
11A. Medida de dispersión del área basal (G) según grupos comerciales del bosque aprovechado. n=5 ha	149
12A. Lista de especies que pertenecen al grupo comercial otras especies (O) encontradas en el bosque secundario y en el bosque aprovechado	150

LISTA DE FIGURAS

En el texto:	Página
1. Ubicación de la zona de estudio, La Virgen de Sarapiquí, Costa Rica	28
2. Climatograma de la "Selva; Sarapiquí, Costa Rica	29
3. Localización de las parcelas de estudio según los tipos de bosque	31
P 4. Estructura total y frecuencia de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque secundario	51
5. Distribución del número de árboles y de áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario	53
6. Abundancia de la regeneración natural y árboles maduros según los grupos comerciales en el bosque secundario	56
7. Distribución diamétrica del número de árboles (N/ha) según grupos comerciales del bosque secundario. Individuos \geq 5 cm.	61
8. Distribución diamétrica del área basal según los grupos comerciales de los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque secundario.	61
9. Iluminación de copa de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos \geq 5 cm DAP ..	67
10. Forma de copa de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos \geq 5 cm DAP	70
11. Calidad de fuste de los grupos comerciales del bosque secundario. Individuos \geq 5 cm DAP ..	73
12. Estructura total y frecuencia de la regeneración natural y árboles maduros de todas las especies del bosque aprovechado	84
13. Distribución del número de árboles y de áreas basales por clases diamétricas para el conjunto de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	86

Número	Página
14. Abundancia de la regeneración natural y árboles maduros según los grupos comerciales en el bosque aprovechado.....	88
15. Distribución diamétrica del número de árboles (N) según grupos comerciales de individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	94
16. Distribución diamétrica del área basal (G) según grupos comerciales de los individuos con DAP \geq 5 cm del bosque aprovechado	94
17. Iluminación de la copa de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos \geq 5 cm DAP	100
18. Forma de copa de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos \geq 5 m DAP	103
19. Calidad de fuste de los grupos comerciales del bosque aprovechado. Individuos \geq 5 cm DAP	105
 En el anexo:	
1A. Clasificación de iluminación de la copa	138
2A. Clasificación de la forma de la copa	140
3A. Clasificación del fustes según la mejor troza	142
4A. Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "ladera" del bosque secundario ..	144
5A. Perfil topográfico de la unidad fisiográfica "cima" del bosque secundario	144
6A. Perfil topográfico del bosque aprovechado mostrando cimas, laderas y bajuras	145