



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1996. Vol 12(1): 70-88.

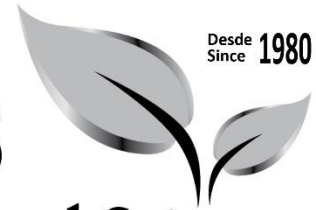
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.12-1.8>

URL: www.revistas.una.ac.cr/ambientales

EMAIL: revista.ambientales@una.cr

Eladio Chaves S.

Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



Tratamientos silviculturales en el manejo de los bosques naturales tropicales

Silvicultural treatments in the management of tropical natural forests

Eladio Chaves S., Orlando Chinchilla Mora



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

TRATAMIENTOS SILVICULTURALES EN EL MANEJO DE LOS BOSQUES NATURALES TROPICALES

Eladio Chaves Salas y Orlando Chinchilla Mora

Resumen

En esta investigación se presentan los resultados del comportamiento del bosque húmedo tropical once años después de su aprovechamiento. Además, se hace una comparación entre la evolución del bosque con un tratamiento de mejora y sin él. La investigación se desarrolló en la región norte de Costa Rica, con el objetivo de generar alternativas de manejo para el bosque húmedo tropical. En este bosque, antes del aprovechamiento, se realizó un tratamiento a nivel de sotobosque que eliminó palmas de porte bajo, lianas y otras plantas sin valor comercial. Después del aprovechamiento se efectuó un tratamiento de mejora, en el que se trataron 118 árboles, principalmente entre las clases 10 y 20 cm de diámetro.

Once años después del aprovechamiento se encontraron 399 árboles, en la clase 10- 20 cm, con 356 árboles ingresados a esa clase y 11 árboles, por encima de 60 cm. La distribución de los árboles en esta parcela fue de una jota invertida. En la parcela sin tratamiento de mejora se encontraron 208 árboles en la clase de 10-20 cm y su distribución tuvo una menor pendiente.

Se encontró que los tratamientos realizados favorecieron el establecimiento y crecimiento de las especies comerciales de alto y mediano valor y fue posible fijar un segundo ciclo de corta entre los 12 - 15 años.

Abstract

In this report we present the results of the behavior of the tropical humid forest eleven years after logging operations. We also compare the evolution of the forest with an improvement treatment and without it. The research took place in the northern region of Costa Rica (10° 38' N y 84° 04' W), to generate alternatives for the management of the tropical humid forest. Before harvesting we did an understory treatment, taking apart short palms, lianas and other plants with commercial value. After logging, we did an improvement treatment involving 118 trees, mainly in the 10 cm and 20 cm diameter classes.

Eleven years later, we found in the treated plot 399 trees in the 10 - 20 cm class, with 356 ingrowth trees and 11 trees with diameter greater than 60 cm. The distribution of the trees in the plot correspond to an inverse-J. In the plot without improvement treatment we found 208 trees in the 10 - 20 cm, with a similar distribution but a smaller slope.

The treatments favored the establishment and growth of the species with high and medium commercial value and we were able to define a second cutting cycle, between 12 and 15 years there after.

Introducción

El "manejo de bosque natural" ha sido una frase erróneamente utilizada por los diferentes órganos gubernamentales, al igual que por personal forestal en ejercicio de la profesión, con la finalidad de justificar la extracción de madera con fines de producción de aserrío.

Lo que se plantea generalmente en un "plan de manejo" se llega solo a cumplir en un 40 % de lo establecido ya que una vez extraída la madera el "manejo" para obtener producciones sostenidas no pasan del papel. En la actualidad, el dueño del bosque lo que pretende es obtener frutos fácilmente de algo que naturalmente se ha establecido y que no le ha ocasionado costo alguno. Como ahora las áreas de bosque se han reducido significativamente, se pretende crear conciencia de la situación, pero sin ningún fundamento, ya que la investigación es a largo plazo y los resultados parciales no se han divulgado de una manera eficiente para lograr su entendimiento.

La aplicación de un manejo adecuado al bosque, de acuerdo a su estado, es de vital importancia ya que puede permitir alcanzar los objetivos y metas propuestas, especialmente en lo que se refiere a la producción de madera para aserrío.

A continuación se ofrece una panorámica que pretende hacer conciencia en el ámbito nacional, de la importancia del manejo en el rendimiento sostenido del bosque húmedo tropical. Se presentan los resultados de una investigación iniciada en 1985 por la Universidad Nacional, por medio del Instituto de Investigación y Servicios Forestales, la cual, 11 años después, da resultados satisfactorios, confiables y de grandes expectativas. El análisis de resultados se desarrolló, desde el punto de vista cuantitativo, a través del número de árboles, tomando en cuenta la calidad de la madera y los ingresos a las clases establecidas.

El estudio se desarrolló tomando como base dos parcelas. Una establecida en 1985, la cual fue sometida al manejo, mediante la aplicación de tratamientos silviculturales durante un período de tiempo de 11 años, y la otra establecida en 1994, pero analizada con datos de 1996, en la cual no se aplicó ningún tratamiento. En este trabajo se hace una comparación de resultados, para demostrar el

efecto positivo del manejo y las implicaciones en el establecimiento y desarrollo de las "especies deseables".

El bosque presenta una superficie de 30 hectáreas y anteriormente no se le había realizado explotación alguna. En 1979 se realizó un inventario de especies de interés comercial, cuyo volumen fue de 124 m³/ha (Zeaser, 1979). El muestreo de regeneración en este inventario, en brinzales y latizales, fue muy escaso, con excepción del gavilán, el cual presentó una alta frecuencia.

Fundamentación del estudio

El éxito del establecimiento de la regeneración depende de numerosos factores, los que con frecuencia pueden ser muy diferentes, dependiendo del grupo de especies que se desee regenerar, ya sea heliófitas, esciófitas o las intermedias. Sin embargo, son imprescindibles los siguientes factores:

- Cantidades suficientes de semillas viables
- Condiciones climáticas y edáficas adecuadas para la regeneración
- Intensidad y calidad de luz
- Nivel de competencia
- Agentes dispersantes y depredadores
- Distancia del árbol padre

La clasificación en grupos ecológicos se fundamenta en el comportamiento que presentan las especies que se establecen, crecen y se desarrollan a la sombra del dosel (especies esciófitas) y especies que requieren de una apertura en el dosel para continuar su crecimiento o de un claro para regenerarse (especie heliófita).

En el grupo de especies heliófitas se pueden distinguir las heliófitas efímeras que son de vida relativamente corta y las heliófitas durables que son de vida relativamente larga (Finegan y Sabogal, 1988). Entre estas heliófitas durables tenemos al botarrama (*Vochysia allenii*), frutilla (*Tapirira guianensis*) y el pilón (*Hyeronima oblonga*).

Se asume que todas las especies esciófitas son de vida relativamente larga, aunque sin embargo, existen especies esciófitas parciales que aparentemente requieren un alto grado de iluminación para pasar por la etapa final de su

desarrollo, como es el caso del caobilla (*Carapa guianensis*), el gavilán (*Pentaclethra macroleoba*) y el plomillo (*Vitex cooperi*). Hay otras especies, llamadas esciófitas totales, que no presentan ese requerimiento, como es el caso del manú (*Minquartia guianensis*), el titor (*Sacoglottis trichogyna*) y el campano o caracolí (*Vantanea barbouri*).

Se ha propuesto que muchas de las especies del dosel superior, en los bosques húmedos tropicales, requieren de la existencia de una apertura en el dosel para que se puedan regenerar (Clark y Clark, 1987).

Los bosques tropicales tienen una amplia gama de regímenes lumínicos que van desde el sombreado intenso en el sotobosque, hasta la irradiación intensa en claros grandes y en el dosel superior. La gran gama de ambientes lumínicos puede cambiar drásticamente a lo largo de la vida. Según Foggie (1960), en el bosque húmedo tropical las especies deseadas son exigentes de la luz y prácticamente todos los árboles son emergentes o dominantes y están adaptados fisiológicamente a plena luz, para la mayor parte de sus vidas. Los tolerantes a la sombra casi nunca alcanzan el dosel superior sino que se quedan en los pisos medianos y bajos.

En un estudio realizado en la zona norte de Costa Rica se encontró un efecto significativo entre el grupo de especies comerciales y el grado de cobertura (Espinoza, 1990).

En muchos bosques tropicales la luz es sin duda el factor ambiental que se encuentra en el mínimo relativo, sobre todo para el espacio entre el suelo y los pisos intermedios de la copa y para la regeneración de las especies arbóreas (Lamprecht, 1990).

La productividad del bosque húmedo tropical depende en gran medida de la dosificación de la luz; por ello, los tratamientos silviculturales están dirigidos a manejar el paso de la luz hasta los niveles inferiores.

En cuanto a la producción de semillas, los árboles heliófitos generalmente producen gran cantidad de semillas pequeñas, las cuales cuentan con buenas estrategias de dispersión y presentan diferentes grados de latencia, esperando las condiciones apropiadas para la germinación. En

contraste, las especies esciófitas, por lo general, producen semillas en forma cíclica. La semilla es de mayor tamaño y la distribución ocurre básicamente por gravedad, su tiempo de latencia y viabilidad es corto, su germinación es rápida al llegar al suelo, aunque una gran parte es eliminada por los depredadores (Vásquez - Yañes, 1976).

La diseminación de las semillas está estrechamente relacionada con los grupos ecológicos involucrados. Muchas de las heliófitas tienen sus dispersión por el viento y pueden ser llevadas a grandes distancias. Las de las especies esciófitas suelen ser muy pesadas como para diseminarse por viento y su tamaño relativamente grande impide que sean llevadas por los animales a largas distancias. El grado de atracción de la semilla para los animales depende del tamaño y de las sustancias que estén presentes en su superficie (Nepslad *et al.*, 1990; Viana, 1990).

La gran ventaja de los bosques húmedos tropicales es la de presentar temperatura y humedad adecuadas, en términos suficientes y eficientes para la germinación de las semillas.

Es de suma importancia tener mayores conocimientos sobre el comportamiento de nuestras especies de bosque húmedo tropical, con el fin de establecer parámetros de manejo adecuado a sus requerimientos y asegurar así su permanencia futura.

El Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) se ha preocupado por rescatar parte de ésta información, mediante el establecimiento de dos parcelas con área de 10,000 m² cada una, en un bosque natural de 30 hectáreas en la zona de Sarapiquí. Una parcela fue establecida en 1985, para aplicación de tratamientos silviculturales y la otra se estableció con fines de comparación en 1994.

Materiales y métodos

Descripción del sitio

El sitio de investigación se ubica en la zona de Colpachí, distrito de la Virgen del cantón de Sarapiquí, específicamente en la finca identificada como Cuatro Esquinas S.A., entre las coordenadas planas latitud 10° 38' N y longitud 84° 04' W. Su topografía es plana ondulada con elevaciones

medias entre 40 y 60 m.s.n.m. La precipitación varía entre los 3200 y 4500 mm con temperatura media de 25° C. Los suelos presentan excelentes características físicas, pero las químicas son deficientes. La textura es franco-arcillosa en el horizonte A y arcillosa en el horizonte B. Su estructura se compone de bloques angulares medios y finos con alta concentración de óxidos de hierro. El drenaje es moderadamente rápido y libre (Chaves, 1994).

Tratamiento antes de la explotación

Como el bosque presentaba una regeneración natural muy escasa, se realizó un tratamiento a nivel de sotobosque, con el objetivo de facilitar el establecimiento de las especies de interés comercial. Esta liberación ayuda a obtener un mayor desarrollo de las especies deseables clasificadas como fustales jóvenes, el establecimiento de nuevos brinzales y el desarrollo de latizales. Si el bosque no presenta muchos problemas de lianas, este tratamiento no es necesario.

Aprovechamiento

En 1985, durante la época seca, se realizó el primer aprovechamiento comercial tradicional, extrayendo 40 m³/ha (Chaves, 1985).

Control de crecimiento

Para poder controlar el crecimiento y la dinámica del bosque, se estableció una parcela de una hectárea, dividida en subparcelas de 20 m x 20 m. Ésta presentaba un área basal total de 18.092 m²/ha, de la cual, mediante la corta de 10 árboles, se extrajo un área basal de 5.4501 m²/ha.

A partir de esta extracción, el manejo se realizó sólo en la parcela de una hectárea, establecida con fines de investigación; a las restantes 29 hectáreas no se les practicó ningún manejo. En la parcela, después de la explotación, se realizó muestreo, para determinar el estado del bosque. Tomando como base esta información, se procedió a realizar un tratamiento de liberación, que consistió en disminuir la cantidad de especies "no comerciales", de los diferentes niveles del dosel. La eliminación se realizó por envenenamiento y mediante anillamiento de 6 cm de espesor en la

circunferencia del árbol. El propósito fue la de eliminar parte de aquellos árboles que están impidiendo el crecimiento de fustales jóvenes de especies "deseables". No se pretendía extinguir especies que eventualmente podrían adquirir valor. Además, éste tipo de eliminación no ocasiona daños en el resto de la vegetación, ya que su muerte es lenta, al igual que el desprendimiento de ramas y fustes.

En este tratamiento de liberación se buscó eliminar 118 árboles, con un área basal de 5.337 m²/ha. El área basal remanente en el bosque fué de 7.305 m²/ha (Chaves, 1994).

A partir del año 1985 y hasta 1996, se han llevado a cabo muestreos anuales y periódicos, con el fin de evaluar el comportamiento de la masa a la aplicación de los tratamientos.

Resultados

Análisis cuantitativo tomando como parámetro el número de árboles

El Cuadro 1 muestra la cantidad de ingresos de árboles de la clase fustal mayores a 10 cm de dap, en las diferentes clases diamétricas durante 11 años.

Durante este período los tratamientos aplicados al bosque suministraron resultados satisfactorios, debido a que se evidenció una alta proliferación de fustales jóvenes, específicamente en la clase comprendida entre 10 y 19.9 cm. Esta "clase del futuro" representa parte de los árboles que, dentro de 40 ó 50 años, tomarán el papel de dominantes y por consiguiente, serán candidatos al aprovechamiento. Las demás clases diamétricas presentaron también una alta cantidad de especies y número de individuos, suficientes para asegurar cosechas en un futuro cercano.

El número de ingresos en cada período, como lo muestra el Cuadro 1 y la Figura 1, ascendió hasta llegar a un punto máximo, 180 árboles, a partir del cual se observó una brusca disminución en los mismos. Los máximos ingresos se produjeron en los periodos 89 - 91 y 91 - 93, lo que quiere decir que la mayor parte de latizales existentes después del aprovechamiento pasaron a la etapa de fustal joven, 6 y 8 años después. Esto demuestra que los tratamientos aplicados en la masa dieron resultados

CUADRO N° 1. NÚMERO DE ÁRBOLES POR AÑO E INGRESOS PARA CADA PERÍODO POR CLASE DIAMÉTRICA PARA FUSTALES DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL. PERÍODO DE MEDICIÓN 11 AÑOS. LA VIRGEN DE SARAPIQUÍ.

HEREDIA, COSTA RICA. 1996.

Clase diamétr. (cm)	# árboles 1985	# árboles 1986	Ingreso 85 - 86	# árboles 1987	Ingreso 86 - 87	# árboles 1988	Ingreso 87 - 88	# árboles 1989	Ingreso 88 - 89	# árboles 1991	Ingreso 89 - 91	# árboles 1993	Ingreso 91 - 93	# árboles 1995	Ingreso 93 - 95	# árboles 1996	Ingreso 95-96	Ingreso total 1996
10 - 19.9	43	62	19	74	12	116	42	217	101	356	139	380	24	399	19	356		
20 - 29.9	28	37	9	41	4	43	2	48	5	72	24	74	2	81	7	53		
30 - 39.9	20	20	0	20	0	24	4	27	3	31	4	34	3	31	-3	11		
40 - 49.9	13	12	-1	12	0	13	1	16	3	25	9	21	-4	22	1	9		
50 - 59.9	4	4	0	6	2	4	-2	4	0	7	3	9	2	12	3	8		
60 - 69.9	4	4	0	4	0	6	2	7	1	8	1	7	-1	6	-1	2		
mayor a 70	0	0	0	0	0	1	1	1	0	2	1	3	1	5	2	5		
TOTAL	112	139		157		207		320		501		528		556				
Ingreso/periodo			27		18		50		113		181		27		28			444
Arboles muertos																		

4 árboles muertos de la clase 10 - 19.9 cm *Laetia procera* (1); *Virola sebifera* (1); *Vochysia allenii* (2)

1 árbol muerto de la clase 20 - 29.9 cm *Croton schiedianus* (1)

1 árbol muerto de la clase 30 - 39.9 cm *Croton smithianus* (1)

4 árboles muertos de la clase 40 - 49.9 cm *Brosimum guianensis* (1); *Pentaclethra macroloba* (3)

PERIODO	INGRESO ARBOLES
85-87	45
87-89	50
89-91	113
91-93	181
93-95	27
95-96	28

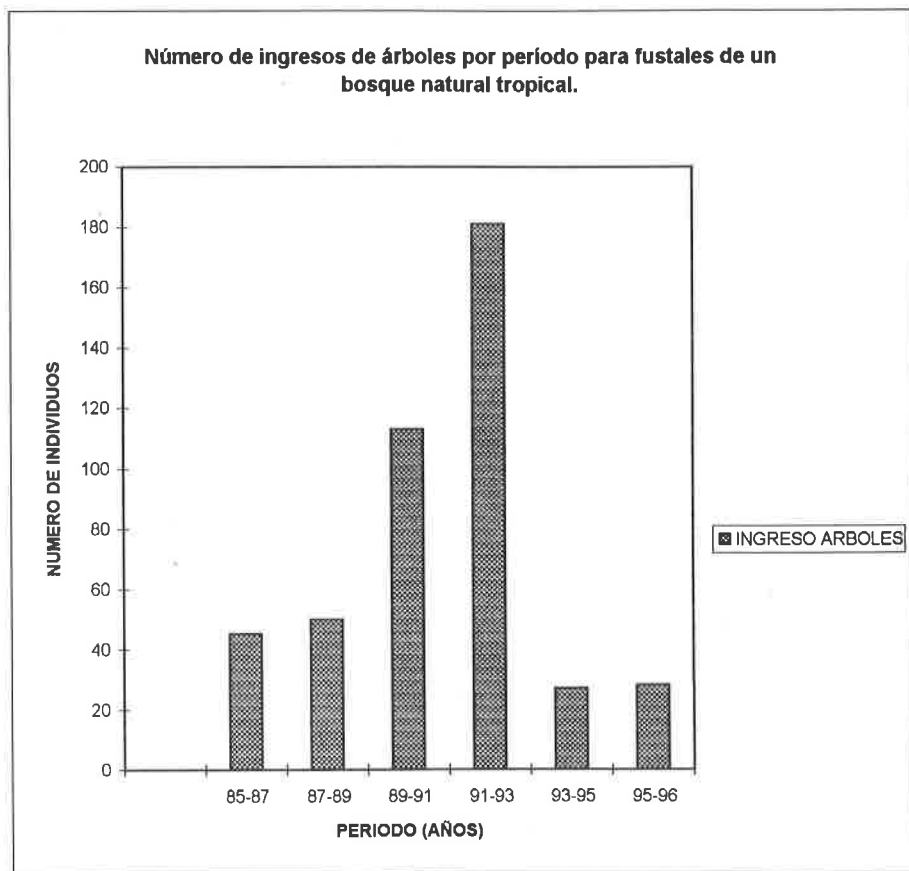


FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DEL NUMERO INGRESOS DE ARBOLES POR PERIODO PARA FUSTALES DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL. LA VIRGEN DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA.

CUADRO 2. CLASIFICACION DE LAS ESPECIES DE ACUERDO A SU VALOR EN EL MERCADO PARA LA CLASE FUSTAL DE UN BOSQUE HÚMEDO TROPICAL. HEREDIA, COSTA RICA. 1996.

Especies de alto valor	Especies de mediano valor	Otras especies de escaso valor
<i>Carapa guianensis</i>	<i>Apeiba membranacea</i>	<i>Casearia arborea</i>
<i>Lecythis ampla</i>	<i>Aspidosperma megalocarpum</i>	<i>Dendropanax arboreus</i>
<i>Minuartia guianensis</i>	<i>Aspidosperma spruceanum</i>	<i>Eschweilera costaricense</i>
<i>Vatairea lundelli</i>	<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Inga marginata</i>
<i>Virola koschnyi</i>	<i>Brosimum costaricanum</i>	<i>Quararibea macrocalyx</i>
<i>Vochysia allenii</i>	<i>Brosimum guianensis</i>	<i>Pourouma aspera</i>
	<i>Couma macrocarpa</i>	<i>Pourouma bicolor</i>
	<i>Dipteryx panamensis</i>	<i>Pterocarpus hayesii</i>
	<i>Guarea bullata</i>	<i>Simarouba amara</i>
	<i>Guarea glabra</i>	<i>Stryphnodendron microstachyum</i>
	<i>Guarea sp</i>	<i>Trichilia sp</i>
	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	<i>Xylopia sericophylla</i>
	<i>Laetia procera</i>	
	<i>Nectandra sp</i>	
	<i>Otoba novogranatensis</i>	
	<i>Pentaclethra macroloba</i>	
	<i>Pouteria sp</i>	
	<i>Protium costaricense</i>	
	<i>Protium glabrum</i>	
	<i>Protium panamensis</i>	
	<i>Qualea paraensis</i>	
	<i>Sacoglottis trichogina</i>	
	<i>Tapirira myriantha</i>	
	<i>Tapirira mexicana</i>	
	<i>Tetragastris panamensis</i>	
	<i>Tetragastris tomentosa</i>	
	<i>Vantanea barbouri</i>	
	<i>Virola sebifera</i>	
	<i>Vitex cooperii</i>	

Nota: Las especies de alto valor son las que presentan una gran aceptación en el mercado.
 Las especies de mediano valor son maderas que son menos cotizadas que las especies de alto valor.
 Otras especies, se refiere a especies que tienen poca aceptación en el mercado.
 Algunas no se cotizan porque son especies arbustivas.

positivos muy rápidamente, sin que se hayan presentado retrasos en las demás etapas de desarrollo.

Otro aspecto importante a resaltar en éstos resultados fue la presencia de una alta cantidad de árboles de las clases superiores en un período de 11 años. Si observamos el Cuadro 1, para 1985, solo 4 árboles superaban los 60 cm de diámetro, mientras que 11 años después encontramos 5 árboles en la clase de los 70 cm y 6 en la clase de los 60 cm, totalizando 11 árboles, número suficiente para realizar una segunda intervención y extraer una cantidad de área basal que resulte rentable al dueño del bosque, al maderero y a la industria forestal del país. Sin embargo, lo importante será evaluar el daño posible de la explotación, para fijar un ciclo de corta entre los 12 - 15 años, o más, dependiendo del desarrollo de la masa remanente.

El análisis se realizó a partir de la clase de 60 cm, porque es el diámetro mínimo de corta en los aprovechamientos de bosques naturales en Costa Rica.

Las clases intermedias

En estas clases, el resultado de la aplicación de tratamientos silviculturales a la masa ha tenido efectos similares. Se aprecia un aumento en el número de individuos a partir de 1985, lo que permite asegurar cosechas futuras en períodos de rotación muy cortos.

La Figura 2 presenta la distribución de los árboles en la actualidad, apreciándose la curva en forma de jota invertida, la cual es normal para los bosques naturales tropicales. La Figura 3 presenta el estado inicial del bosque en 1985, después de la explotación. Se nota un comportamiento fuera de lo normal, ya que aunque el número de individuos disminuye a medida que la clase diamétrica aumenta, esa disminución es desigual. La forma de la curva es el producto de una extracción no planificada, realizada en forma rudimentaria, pensando solo en el beneficio personal de quien extrae la madera y no en el daño que pueda ocasionársele al arbolado residual.

Cabe señalar también que, durante este período de 11 años, el número de árboles eliminados naturalmente fue de 10 individuos, representados en

un 50 % por las especies Gavilán (*Pentaclethra macroloba*), y el botarrama (*Vochysia allenii*), que son de las más abundantes dentro del área, como lo analizaremos más adelante. La clase de 10 - 19.9 cm presentó 4 muertes, específicamente por alta competencia y por la caída de los árboles de mayor tamaño, que dañó o quebró los fustes, mientras que la clase 40 - 49.9 cm presentó 4 muertes como consecuencia de volcamientos, debido a problemas en el desarrollo de la raíz, característica que naturalmente se presenta en la especie gavilán. Las muertes se presentaron entre 1993 y 1995, cuando la mayor parte del sitio estaba totalmente ocupado.

Por ahora, de acuerdo con el análisis de ésta información, podemos certeramente afirmar que un bosque natural tropical, manejado de igual manera que esta parcela, permite en este momento una segunda intervención.

Es importante indicar que si se realiza una nueva extracción de árboles en este bosque, justificada con los datos anteriormente expuestos, el daño por los efectos de aperturas de trochas para la saca, el arrastre de los troncos y caída de cada uno de los árboles, puede ser moderado si se limitan las acciones; es decir, se debe marcar la dirección de caída, señalar las pistas de saca, los patios de acopio y el sistema de arrastre, antes de la intervención. Además, se debe realizar un inventario para evaluar los daños ocasionados por la intervención, para tomar criterios del manejo al que debe someterse el bosque.

En el año 1994 se estableció otra parcela de una hectárea en forma aleatoria, bajo la misma metodología que la anterior, dentro de las 29 hectáreas restantes, para que sirviera como punto de comparación y llegar a conclusiones mejor fundamentadas sobre el efecto de la aplicación de tratamientos silviculturales y la no aplicación de los mismos. La Figura 4 muestra, en la actualidad, la cantidad de árboles inventariados, por clase diamétrica, para cada una de las parcelas.

Si analizamos solo los resultados, podríamos afirmar que los tratamientos silviculturales aplicados en la parcela manejada no son significativos en forma general con respecto a la parcela no manejada, debido a que esta última parcela presenta una mayor cantidad de árboles a partir de la clase de 20 cm y que solo ha causado

Clase diamétrica (cm)	Número de árboles
10	399
20	81
30	31
40	22
50	12
60	6
70	5

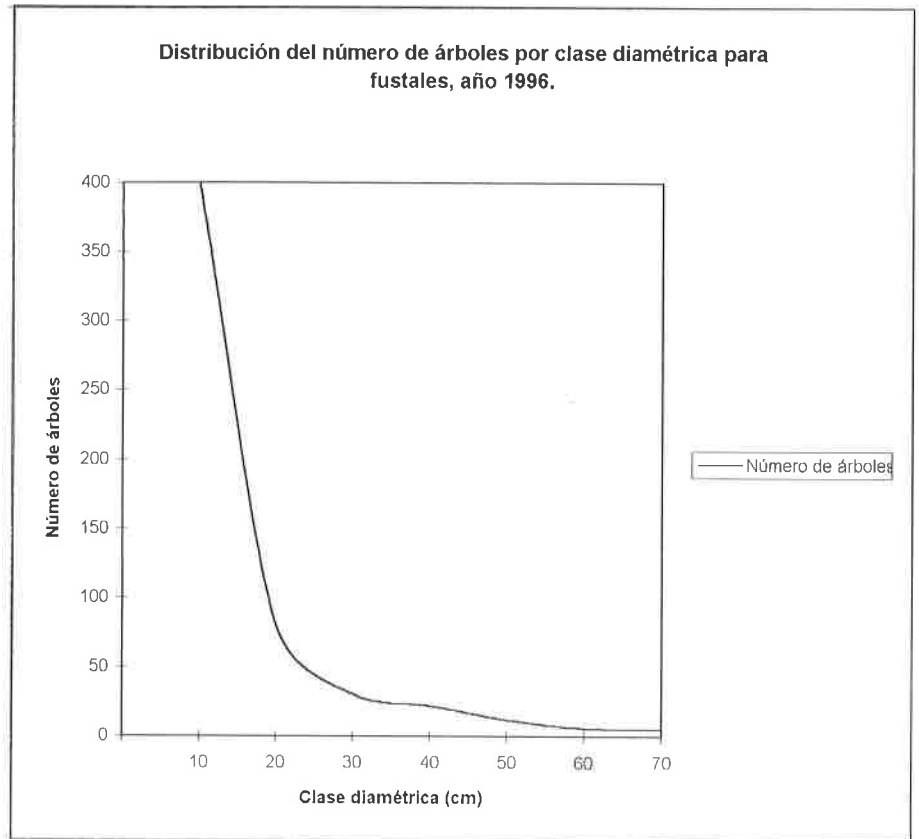


FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DEL NUMERO DE ARBOLES POR CLASE DIAMETRICA EN 1996 PARA FUSTALES DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL. LA VIRGEN DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA.

Clase diamétrica (cm)	Número de árboles
10	43
20	28
30	20
40	13
50	4
60	4
70	0

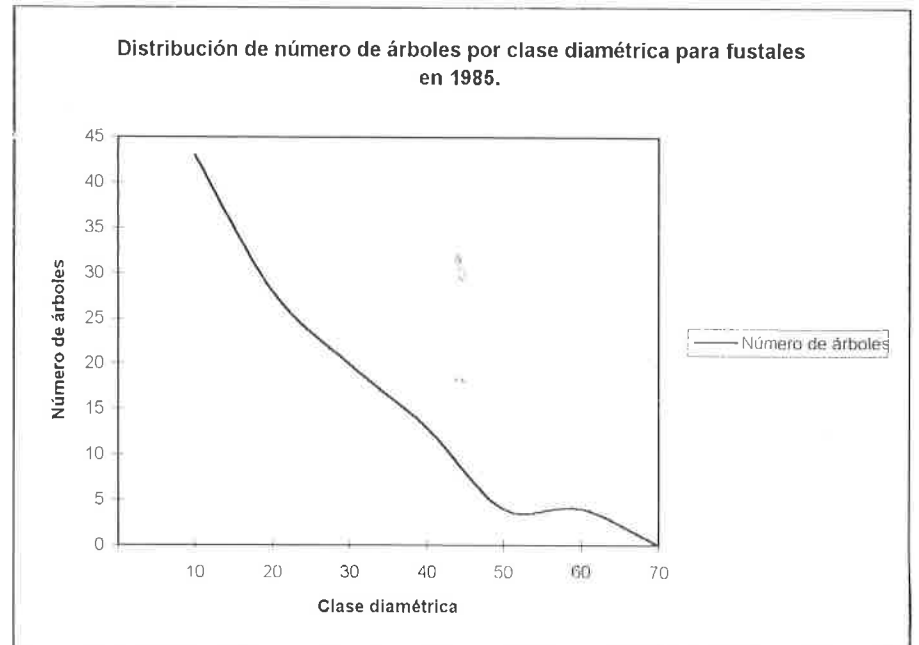


FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DEL NUMERO DE ARBOLES POR CLASE DIAMETRICA EN 1985 PARA FUSTALES DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL. LA VIRGEN DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA.

efecto significativo en el establecimiento de especies e individuos de la clase de 10 cm. En efecto, los tratamientos silviculturales aplicados en la parcela manejada cumplían la función de que la regeneración se estableciera en forma abundante y la clase de latizales ingresara rápidamente a la clase fustal, como certeramente se dió. La Figura 4 nos muestra que, en la parcela manejada, la clase entre los 10 y 20 cm supera aproximadamente en un 92 % la cifra registrada en la parcela sin manejo. Esta figura también permite notar que la forma de la curva de jota invertida, en la parcela no manejada, no ha logrado su forma estable, lo que significa que no se ha establecido el número de árboles necesarios, o sea, que requerirá de un mayor número de años para lograr alcanzar su forma normal. La parcela con manejo previo solo necesitó 6 años para alcanzar dicha forma (Chaves, 1994). Estas grandes diferencias se deben a que en la parcela sin manejo, al no recibir tratamientos silviculturales inmediatamente después de su aprovechamiento, la entrada de luz a los pisos inferiores se vio limitada, evitando que los brinzales se establecieran y los latizales se desarrollaran y lograran pasar en forma rápida y numerosa a la clase fustal. Es necesaria la aplicación de cortas de mejoramiento, en un bosque bajo estas características, con el fin de lograr un rápido desarrollo en las clases bajas del bosque y lograr, en un corto tiempo, el desarrollo ideal. Según Clark y Clark (1987), en el bosque húmedo tropical generalmente se establece un gran número de brinzales, pero al no encontrar las condiciones apropiadas, se presenta una alta mortalidad, hecho que ocurrió en la parcela bajo estudio.

Si analizamos los resultados desde el punto de vista comercial (producción de madera para aserrijo), la situación es muy similar. El Cuadro 2 presenta una lista de las especies más importantes, clasificadas dentro de tres categorías: alto valor, mediano valor y escaso valor. Dicha lista fue confeccionada de acuerdo al grado de oferta, demanda y calidad de la madera en el mercado nacional e internacional.

Partiendo de ésta información, se presenta la siguiente situación:

Para las especies de alto valor, en la parcela donde se aplicó el manejo, la proliferación de

individuos en la clase fustal fue muy alta como lo muestra el cuadro 3 (228 individuos). La relación porcentual de éstas especies en relación al número total de individuos de todas las especies fue de un 41 %, valor altamente significativo para un bosque como éste, que ya registró una primera intervención.

Para 1985, el número de árboles en la clase fustal, después del aprovechamiento para especies de alto valor, era bastante reducido, como lo muestra el Cuadro 4. Se registró solo un 15 % del número total de individuos. Este bosque en 11 años logró aumentar en un 26 % las especies valiosas, hasta alcanzar el 41 % que actualmente tiene.

Sin embargo, de este 41 %, el 17.8 % fue ocupado por la especie *Virola koschnyi* y el 20.8 % por la especie *Vochysia allenii*. Estos resultados son el producto de una explotación fuerte (40 m³/ha) y los tratamientos de mejora que favorecieron el establecimiento de estas dos especies, de un total de seis identificadas como de alto valor. Estas dos especies tienen ventajas importantes de destacar respecto a las demás: su regeneración responde bastante bien a la apertura de claros; la producción de semilla es abundante y su diseminación es fácil y efectiva, lo que facilita su alta abundancia; además, tienen un rápido desarrollo, tanto en altura como en diámetro.

Por el alto número de estas clases (10-20), es importante disminuir el número de individuos de éstas dos especies, mediante la aplicación de tratamientos de mejora o liberación, después del segundo aprovechamiento, con la finalidad de buscar un mayor desarrollo de especies de alto valor, siempre y cuando exista una alta competencia por espacio entre la misma especie.

Lo importante de todo esto es que se demuestra que los tratamientos silviculturales aplicados en la parcela surtieron efectos favorables muy significativos. Prueba de ello fueron los datos registrados en el Cuadro 5, correspondientes a la parcela sin manejo. En ésta área, el número de árboles de alto valor, 11 años después, fue muy bajo (15 individuos), lo que representa solo el 3.6 % del total de individuos inventariados. Esto significa que el bosque está sufriendo una erosión genética y que conforme pase el tiempo la cantidad y calidad de madera de alto valor va siendo una limitante, por su disminución. El bosque aseguraría madera de alto

CUADRO 3. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE ALTO VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1996. PARCELA CON MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamétrica (cm)	Especies y número de árboles						Total
	Cg	La	Mg	VI	Vs	Va	
10 - 19.9	3	0	3	4	92	83	185
20 - 29.9	0	0	0	0	6	18	24
30 - 39.9	0	0	0	0	1	6	7
40 - 49.9	0	0	0	0	0	2	2
50 - 59.9	0	0	0	0	0	5	5
60 - 69.9	0	0	0	0	0	1	1
Mayor a 70	2	1	0	0	0	1	4
Total	5	1	3	4	99	116	228

Cg = Carapa guianensis La = Lecythis ampla Mg = Miquartia guianensis VI = Vatairea lundellii
Vs = Virola sebifera Va = Vochysia allenii

Número total de individuos de todas las especies = 556
Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a las totales = 228/556 = 41 %.

CUADRO 4. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE ALTO VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1985. PARCELA CON MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamét. (cm)	Especies y número de árboles						TOTAL
	<i>Cg</i>	<i>La</i>	<i>Mg</i>	<i>VI</i>	<i>Vs</i>	<i>Va</i>	
10 - 19.9	0	0	0	0	3	5	8
20 - 29.9	0	0	0	0	0	3	3
30 - 39.9	0	0	0	0	0	1	1
40 - 49.9	0	0	0	0	0	2	2
50 - 59.9	0	0	0	0	0	0	0
60 - 69.9	2	1	0	0	0	0	3
Mayor a 70	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	1	0	0	3	11	17

Cg = *Carapa guianensis* *La* = *Lecythis ampla* *Mg* = *Minquartia guianensis* *VI* = *Vatairea lundellii*

Vs = *Virola sebifera* *Va* = *Vochysia allenii*

Número total de individuos de todas las especies = 112

Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a las totales = $17/112 = 15\%$

Clase diamétrica (cm)	# árboles parcela con manejo	# árboles parcela sin manejo
10	399	208
20	81	99
30	31	53
40	22	33
50	12	11
60	6	6
70	5	8

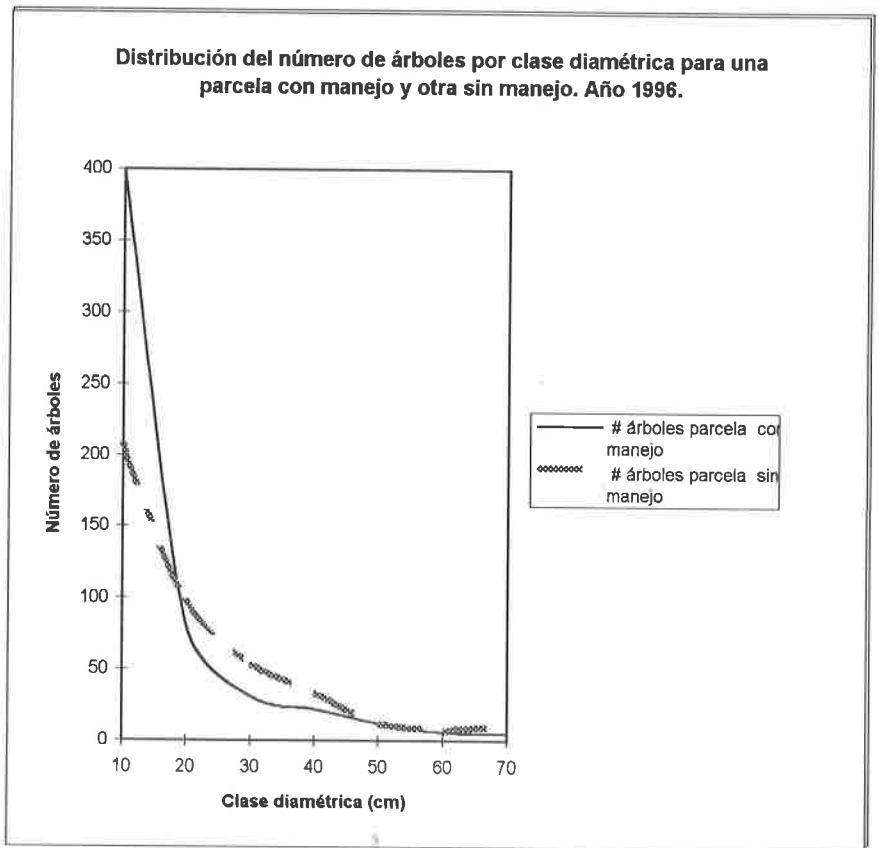


FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DEL NUMERO DE ARBOLES EN 1996, PARA FUSTALES DE UN BOSQUE NATURAL TROPICAL. LA VIRGEN DE SARAPIQUI, HEREDIA, COSTA RICA. PARCELA CON MANEJO Y PARCELA SIN MANEJO

CUADRO 5. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE ALTO VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1996. PARCELA SIN MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamét. (cm)	Especies y número de árboles						TOTAL
	<i>Cg</i>	<i>La</i>	<i>Mg</i>	<i>VI</i>	<i>Vs</i>	<i>Va</i>	
10 - 19.9	0	0	0	2	1	0	3
20 - 29.9	0	0	0	0	3	0	3
30 - 39.9	0	0	0	0	1	0	1
40 - 49.9	0	1	0	1	0	0	2
50 - 59.9	0	0	0	1	0	0	1
60 - 69.9	0	0	0	2	0	0	2
Mayor a 70	0	0	0	3	0	0	3
Total	0	1	0	9	5	0	15

Cg = *Carapa guianensis* *La* = *Lecythis ampla* *Mg* = *Minquartia guianensis* *VI* = *Vatairea lundellii*

Vs = *Virola sebifera* *Va* = *Vochysia allenii*

Número total de individuos de todas las especies = 417

Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a las totales = $15/417 = 3.6 \%$

valor para los siguientes turnos de rotación, pero cada vez en menor proporción. Lo contrario sucede en la parcela manejada: las clases de "abastecimiento futuro", que son la clase inferior de los fustales, aumentó durante 11 años, lo que asegura que el bosque siempre va a permitir explotar madera en calidad y cantidad suficientes.

Las especies de mediano valor

Es sumamente interesante realizar el análisis de la información que presentan los Cuadros 6, 7, 8 sobre las especies de mediano valor comercial, desde todo punto de vista, comercial, silvicultural, cultural y político.

Desde el punto de vista comercial, se notó un empobrecimiento de los recursos madereros en aquellas áreas donde se realizó la explotación y no se le aplicó un manejo eficiente. La información del Cuadro 8 indica que el desarrollo de especies de mediano valor, por sus características de crecimiento, muy agresivo y oportunista, es efectivo, al momento de producirse un claro dentro del bosque, ya sea por muerte natural de un árbol dominante o bien por la corta realizada en las explotaciones con fines comerciales. Un total de 189 individuos de 14 especies diferentes fueron inventariadas en la parcela sin manejo, representando el 45.3 % del total de individuos presentes para la clase fustal. De este 45.3 %, el 31.6 % está representado por la especie *Pentaclethra macroleoba*, mientras que el 13.7 % restante lo ocupan las otras 13 especies tomadas en cuenta dentro del resumen de información. Estos resultados son bastante preocupantes, ya que el *gavilán* (*Pentaclethra macroleoba*) es una especie de rápido crecimiento, tolera la sombra, tiene una alta producción de semilla y su germinación es bastante alta. Conforme pasa el tiempo si continuamos con la extracción de las maderas de alto valor y mediano valor y dejamos que esta especie se establezca cada vez en forma más abundante, al final lo que quedaría es un bosque ocupado casi en forma total por ésta especie. Es importante el control de ésta especie mediante la reducción del número de individuos, tal como se hizo en la parcela tratada, con el fin de evitar que su ocupación sea cada vez mayor.

La parcela donde se aplicaron tratamientos

silviculturales presentó resultados alentadores, pues como se muestra en los Cuadros 6 y 7, la presencia de especies, en cantidad y calidad de individuos, fue satisfactoria. Para 1985, la cantidad de especies de mediano valor alcanzó un número total de 42 árboles, lo que representó en ese entonces un 37.5 % del número total de individuos. En 1996, el porcentaje respecto al número total de individuos bajó a un 28.6 %, como lo muestra el Cuadro 6. La especie *Pentaclethra macroleoba*, en 1985, representaba el 25 % del número total de individuos. Para el año 1996, solo representa el 9.9 %. Sin embargo, la aplicación de tratamientos, unidos a la explotación, provocó la aparición, dentro de la clase fustal, de una especie que en 1985 no tenía presencia. La especie *Laetia procera* (manga larga) apareció como consecuencia de las aperturas realizadas y hoy día representa el 11.5 % del número total de individuos inventariados. Ambas especies están representando el 21.4 % del total de árboles inventariados, del 28.6 % registrados para las especies de mediano valor comercial. Este dato permite tomar criterios más fuertes en cuanto al posible manejo a realizar, después de una segunda intervención.

Tomando en cuenta todas las especies e individuos, la parcela con manejo presenta un 70 % entre especies de alto y mediano valor, mientras que la parcela sin manejo solo presentó el 50 % de la ocupación total, referida a la clase fustal.

Usando el "Índice de diversidad de Simpson" (CIFOR, 1995) se determinó que la diversidad para ambas parcelas fue muy similar: 0.894 para la parcela con manejo y 0.882 para la parcela sin manejo. De acuerdo con este índice, cuando los valores se aproximan a 0 se dice que el bosque es poco diverso, mientras que valores cercanos a 1, se asocian con bosques más diversos. Los valores son considerados altos, por lo que podemos asegurar que el bosque presenta una alta diversidad de especies. Esta comparación de las parcelas, por medio del índice de diversidad, fue importante, ya que en la parcela tratada se eliminaron 118 árboles de dosel intermedio, principalmente. Sin embargo, la diversidad, después de 11 años, fue muy similar a la parcela no manejada.

CUADRO 6. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE MEDIANO

VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO

ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1996. PARCELA CON MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamét. (cm)	Especies y número de árboles													TOTAL	
	Bg	Ba	Dp	Gg	Ha	Lp	Nsp	Pm	Psp	Qp	Vb	Tm	Vk		Vc
10 - 19.9	0	0	2	1	2	61	3	19	5	0	0	2	6	0	101
20 - 29.9	0	0	0	3	0	3	2	15	0	0	0	0	3	0	26
30 - 39.9	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0	0	0	12
40 - 49.9	0	0	0	1	0	0	0	8	1	0	0	1	0	0	11
50 - 59.9	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3
60 - 69.9	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	5
Mayor a 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total	1	0	2	7	2	64	5	55	8	0	0	4	10	1	159

Bg = *Brosimum guianensis* Ba = *Brosimum alicastrum* Dp = *Dipteryx panamensis* Gg = *Guarea glabra*

Ha = *Hyeronima alchorneoides* Lp = *Laetia procera* Nsp = *Nectandra* sp Pm = *Pentaclethra macroloba*

Psp = *Pouteria* sp Qp = *Qualea paraensis* Vb = *Vantanea barbourii* Tm = *Tapirira mexicana*

Vk = *Virola koschnyi* Vc = *Vitex cooperii*

Número total de individuos de todas las especies = 556

Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a los totales = 159/556 = 28.6 %.

CUADRO 7. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE MEDIANO

VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO

ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1985. PARCELA CON MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamét. (cm)	Especies y número de árboles													TOTAL		
	Bg	Ba	Dp	Gg	Ha	Lp	Nsp	Pm	Psp	Qp	Vb	Tm	Vk		Vc	
10 - 19.9	0	0	0	1	0	0	1	8	2	0	0	0	0	0	0	12
20 - 29.9	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	7
30 - 39.9	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	1	0	0	0	12
40 - 49.9	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
50 - 59.9	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	4
60 - 69.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mayor a 70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	0	0	5	0	0	1	28	2	0	0	2	1	1	1	42

Bg = *Brosimum guianensis* Ba = *Brosimum alicastrum* Dp = *Dipteryx panamensis* Gg = *Guarea glabra*

Ha = *Hyeronima alchorneoides* Lp = *Laetia procera* Nsp = *Nectandra* sp Pm = *Pentaclethra macroloba*

Psp = *Pouteria* sp Qp = *Qualea paraensis* Vb = *Vantanea barbourii* Tm = *Tapirira mexicana*

Vk = *Virola kochnyi* Vc = *Vitex cooperii*

Número total de individuos de todas las especies = 112

Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a las totales = $42/112 = 37.5\%$.

CUADRO 8. NÚMERO DE ÁRBOLES POR CLASE DIAMÉTRICA DE ESPECIES COMERCIALES DE MEDIANO

VALOR EN UN BOSQUE MUY HÚMEDO TROPICAL EN LA ZONA DE CUATRO

ESQUINAS DE SARAPIQUÍ, COSTA RICA, AÑO 1996. PARCELA SIN MANEJO SILVICULTURAL.

Clase diamét. (cm)	Especies y número de árboles												TOTAL		
	Bg	Ba	Dp	Gg	Ha	Lp	Nsp	Pm	Psp	Qp	Vb	Tm		Vk	Vc
10 - 19.9	4	1	0	3	0	14	6	38	2	2	0	0	0	0	70
20 - 29.9	1	0	0	0	0	1	0	50	4	2	0	0	0	0	58
30 - 39.9	2	0	0	0	0	0	1	20	3	1	0	0	0	0	27
40 - 49.9	2	0	0	0	0	0	0	17	1	0	1	0	0	0	21
50 - 59.9	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
60 - 69.9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Mayor a 70	0	0	1	0	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0	5
Total	10	1	1	4	1	15	7	132	11	5	2	0	0	0	189

Bg = *Brosimum guianensis* Ba = *Brosimum alicastrum* Dp = *Dipteryx panamensis* Gg = *Guarea glabra*

Ha = *Hyeronima alchorneoides* Lp = *Laetia procera* Nsp = *Nectandra* sp Pm = *Pentaclethra macroloba*

Psp = *Pouteria* sp Qp = *Qualea paraensis* Vb = *Vantanea barbouri* Tm = *Tapirira mexicana*

Vk = *Virola koschnyi* Vc = *Vitex cooperii*

Número total de individuos de todas las especies = 417

Relación porcentual del número de individuos de especies valiosas con respecto a los totales = 189/417 = 45.3 %.

Conclusiones

Los resultados permiten una vez más afirmar que, silviculturalmente, el bosque natural necesita de cierto control para poder evolucionar más rápidamente y a su vez permitir un abastecimiento de materia prima a la industria forestal nacional, de alta calidad y cantidad, en un periodo de tiempo más corto.

Desde el punto de vista cultural, los resultados demuestran al propietario del bosque que, el recurso que tiene es una alternativa viable de producción, siempre y cuando se realice un riguroso estudio de la situación actual del mismo y se apliquen los tratamientos silviculturales necesarios, en el momento oportuno. La inversión que se tiene que hacer en estos casos generalmente es compensada con mayor número de árboles, de buena calidad y de mayor volumen, lo que acorta el tiempo en que los árboles alcanzan el diámetro mínimo comercial.

En el aspecto ecológico se puede concluir que aunque con los tratamientos se trata de simplificar la estructura del bosque, su dinámica después de los tratamientos hace que la diversidad se mantenga alta, con valores entre 0.88 y 0.89.

Desde el punto de vista político, los resultados aquí presentados permiten tomar decisiones en cuanto al futuro de nuestros bosques. Es necesario el cambio en las políticas tendientes a mantener productivos nuestros recursos naturales. Debe de existir un mayor control y velar también por que lo planificado en materia de manejo se realice, para evitar que el deterioro de los mismos vaya en aumento.

REFERENCIAS

CHAVES, S.E. 1985. "El bosque tropical húmedo y su manejo". *Biocenosis* 1(3):8-9.

CHAVES, S.E. 1994. "Crecimiento y dinámica del bosque húmedo tropical después del aprovechamiento". *Ciencias Ambientales* 11: 12-22.

CIFOR, 1995. "Measuring and monitoring biodiversity in tropical and temperate forest. Comparative paradigms for biodiversity assessment". Editores T.J.Boyle y B.Boontawee. Malasia Cap. 5 Pag. 67-69.

CLARK, D.; CLARK, D. 1987. "Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: Aspectos teóricos y prácticos". In Clark D. A. Dirso, R. y Flecher, N. (eds.). *Ecología y Ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos Biología Tropical* 35 (suplemento 1): 41-54.

ESPINOZA, A. 1990. *Cobertura de copa del dosel superior y regeneración en el bosque húmedo tropical de San Carlos, Costa Rica*. Tesis Lic. en Ciencias Forestales. Heredia, Universidad Nacional, Heredia. 87 p.

FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. "El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de baja altura: Un estudio de casos en Costa Rica". *El Chasqui* 17:3-24.

FOGGIE, A. 1960. "Natural regeneration in the humid tropical forest". *Caribbean Forester* 21 (1-2):73-81.

LAMPRECHT, M. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Trad. de A. Carrillo. TZ Verl Alemania, 335p.

NEPSLAD, D.; C.UHL y E. ADILSON SERRAO. 1990. "Como vencer los obstáculos. La regeneración del bosque en pastizales abandonados altamente degradados". In Anderson, A (ed). *Alternativas a la deforestación*. 337 - 362 p.

VASQUEZ - YANÉS, C. 1976. "Estudio sobre la Ecofisiología de la germinación en una zona cálido-húmeda de Méjico". In Gómez Pompa, A. y otros. *Regeneración de selvas*. 279-375 p.

VIANA, V., 1990. "La disponibilidad de semillas y brinzales como base para el manejo de la regeneración natural de los bosques". In Anderson, A. (ed.). *Alternativas a la deforestación*. 153-180 p.

ZEASER, D. 1979. *Inventario Forestal finca "Cuatro Esquinas S.A."*. San José, Costa Rica (mimeo) 33p.

Los autores de este escrito son investigadores del Instituto de Investigaciones y Servicios Forestales, Universidad Nacional