

---

# PLANTACIONES EN FAJAS DE ENRIQUECIMIENTO. EXPERIENCIAS EN 4 UNIDADES DE MANEJO FORESTAL DE LA GUAYANA VENEZOLANA

JOSÉ RAFAEL LOZADA, JHOFRAN MORENO y RAMÓN SUESCUN

---

**E**n Venezuela se han dedicado unos 13 millones de ha de bosques (14,1% del país) al aprovechamiento forestal bajo la figura de planes de ordenación y manejo a largo plazo. Duque (1993) indica que los Planes de Manejo se basan en una extracción selectiva de la madera comercial y su reposición para un segundo ciclo de corta, con plantaciones forestales y con el tratamiento de la masa forestal remanente.

Las plantaciones forestales tienen el objeto de producir madera de calidad y precio competitivos. Al comparar el crecimiento del bosque natural con el de las plantaciones, se espera que el mismo sea mejor en estas últimas "...ya que se trata generalmente de especies seleccionadas por su adaptación al ambiente y manejadas mediante un proceso de intervención humana destinado a favorecer su desarrollo..." (Luna, 1993). Sin embargo, Vincent (1993) señala que el bosque tropical alto tiene la capacidad de cicatrizar rápidamente sus heridas, pero esto constituye un obstáculo serio a los intentos de mejorar la productividad mediante homogeneización del bosque, pues "...el material cicatrizante es maleza cuyo control resulta costoso...". Entonces, el silvicultor se encuentra entre dos fuerzas contradictorias, el deseo de intervenir

en el menor grado el ecosistema y la presión de obtener una productividad halagadora mediante "homogeneización" del bosque (simplificación de su composición florística). Otro elemento de este problema es "...la falta de conocimiento acerca de la respuesta del ecosistema ante diversas perturbaciones... especialmente los tratamientos silviculturales, incluyendo consideraciones del impacto ambiental de los mismos..." (Vincent, 1993).

El Manejo Forestal es una modalidad diferente a una explotación minera e irracional porque se practica la silvicultura, cuyo objetivo es aumentar la productividad del bosque sin deteriorarlo, para beneficio del hombre. Entre los diferentes métodos de silvicultura, el enriquecimiento consiste en la plantación de árboles de especies comercialmente valiosas procedentes de un vivero forestal o en la siembra directa de sus semillas siguiendo una distribución sistemática, regular y ordenada, en líneas, fajas o grupos dentro del bosque. Esta operación es precedida por la explotación de los árboles comerciales y la eliminación de otros árboles grandes no comerciales, para eliminar competencia (Lamprecht, 1990; Corredor, 2001). En otras palabras, dentro del bosque remanente (aprovechado) se abren fajas, cortando toda la vegetación en un ancho de unos

5m y longitud variable, para plantar allí individuos de especies valiosas.

El enriquecimiento es un método adecuado para bosques sobre-explotados, donde la regeneración natural es insuficiente y donde se puede incrementar el volumen de especies de alto valor comercial (Ádjers *et al.*, 1995, Korpelainen *et al.*, 1995, Montagnini *et al.*, 1997). Sin embargo, el manejo de estas plantaciones es complejo debido al control del régimen de luz que requiere cada especie plantada, ya que los árboles adyacentes a la faja cierran el dosel a una cierta altura, lo cual es conocido como "efecto túnel". Así mismo, los costos de establecimiento de la plantación y de control de malezas son muy elevados. En muchos casos, los resultados del enriquecimiento no son convincentes o sólo se le considera financieramente atractivo cuando se desarrolla a pequeña escala (Bertault *et al.*, 1995, Montagnini *et al.*, 1997, Appanah *et al.*, 2000).

En la región paranaense (Argentina) Montagnini *et al.* (1997) señalan un crecimiento diametral a los 7 años de 1,55 y 1,47cm/año para *Enterolobium contrisiliquum* y *Bastardiopsis densiflora*, respectivamente. En el amazonas brasileiro, Dünisch *et al.* (2002) reportan un crecimiento de 1,4cm/año para *Carapa guianensis*, con una sobrevivencia de 80%.

---

**PALABRAS CLAVE / Fajas de Enriquecimiento / Guayana Venezolana / Manejo Forestal / Plantaciones Forestales /**

Recibido: 07/05/2003. Modificado: 22/09/2003. Aceptado: 25/09/2003

José Rafael Lozada. Ingeniero Forestal, Universidad de los Andes (ULA), Venezuela. M.Sc. en Manejo de Bosques, ULA. Profesor, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, ULA. Dirección: Vía Chorros de Milla, Mérida 5101, Venezuela. e-mail: jolozada@ula.ve

Jhofran Moreno. Técnico Superior Universitario Forestal, ULA, Venezuela. e-mail: jhofranmoreno@yahoo.com

Ramón Suescun. Técnico Superior Universitario Forestal, ULA, Venezuela. e-mail: ramonsuescun@yahoo.com

---

En el sureste asiático, el enriquecimiento se ha desarrollado a lo largo de vías de extracción de madera que sufrieron procesos de erosión. Al disponer de un acceso directo para la maquinaria, se pueden plantar individuos hasta de 2m de altura, en hoyos con una capacidad de 1m<sup>3</sup> y con posibilidades de fertilización. Esto permite un crecimiento muy rápido y la disminución de los costos del control de malezas (Appanah *et al.*, 2000; Raja *et al.*, 2000). Hasta 1996, la superficie total de fajas de enriquecimiento en Malasia era de 23000ha (Majid *et al.*, 2000).

Con respecto a las experiencias de este sistema en Venezuela, en Ticoporo (Estado Barinas) se plantaron 1382ha con *Tabebuia rosea*, *Anacardium excelsum*, *Cordia thaisiana*, *Pithecellobium saman* y *Swietenia macrophylla*, dando como resultado un crecimiento promedio de 3m<sup>3</sup>/ha/año (Duque, 1993). Esta es una cifra significativa, pues al sumarla al crecimiento de otros sistemas de silvicultura y

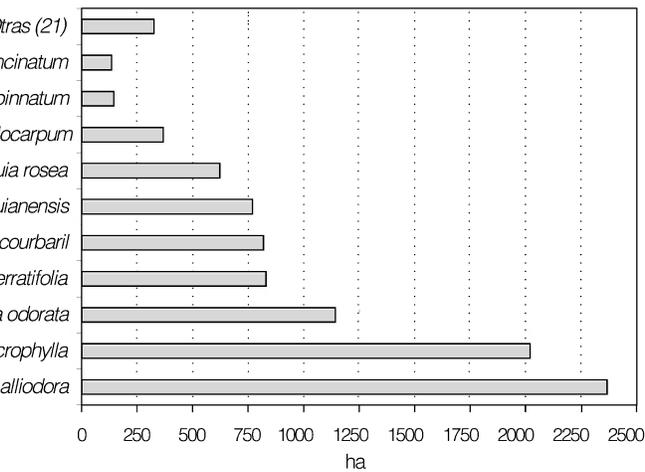


Figura 1. Total de plantaciones realizadas, de diferentes especies, en Reservas Forestales y Lotes Boscosos de la Guayana Venezolana, hasta el año 2000. Datos recabados de los archivos del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales.

a la masa remanente, supera ampliamente la tasa de aprovechamiento, que alcanza a 12,4m<sup>3</sup>/ha/año.

En Caimital (Estado Barinas) se inició en 1963 un experimento de enriquecimiento en fajas, y a los 24 años se obtuvieron los siguientes resultados (Corredor, 2001) en el crecimiento (diámetro, en cm/año): *Tabebuia rosea*

(0,57), *Swietenia macrophylla* (0,38), *Hura crepitans* (0,63), *Cordia alliodora* (0,22), y *Pithecellobium saman* (1,18).

En la Guayana Venezolana se utiliza una distancia entre individuos de 2,5 a 3m, y entre fajas de 40 a 50m. Por lo tanto, la densidad de plantación oscila entre 100 y 66 árboles/ha.

Según los informes recabados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN), en la Guayana Venezolana se han desarrollado 9532ha de plantaciones, correspondientes a 31 especies (Figura 1). Las cinco especies

más plantadas son *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia serratifolia* e *Hymenaea courbaril*. Además de esas especies, en el presente trabajo se incluyó *Erisma uncinatum* por ser la especie con mayor tasa de extracción en esa zona. En la Tabla I se muestran los resultados reportados para esas fajas de enriquecimiento en

TABLA I  
CRECIMIENTO DE ALGUNAS PLANTACIONES EN FAJAS DE ENRIQUECIMIENTO, EN LA GUAYANA VENEZOLANA

Lugar	Nombre vulgar	Especie	Edad (años)	Diámetro (cm/año)	Altura (m/año)	Sobrevivencia (%)	Fuente
RF Imataca	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	5	-	0,9	94	Blanca (1997)
LB San Pedro	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	2	-	0,4	62	Aserradero Yocoima (1999)
LB El Frío	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	6	0,7	0,9	56	Martínez y Cedeño (1997)
LB San Pedro	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	9	0,6	0,8	97	Aserradero El Manteco (1998)
RF Imataca	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	5	-	0,7	70	Blanca (1997)
LB San Pedro	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	3	-	0,5	71	Aserradero Yocoima (1999)
LB El Frío	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	6	1,9	1,7	71	Martínez y Cedeño (1997)
LB San Pedro	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	5	0,6	0,9	98	Aserradero El Manteco (1998)
LB El Frío	Cedro Amargo	<i>Cedrela odorata</i>	4	0,6	0,5	71	Martínez y Cedeño (1997)
LB San Pedro	Cedro Amargo	<i>Cedrela odorata</i>	3	1,1	1,1	90	Aserradero El Manteco (1998)
RF Imataca	Murefílo	<i>Erisma uncinatum</i>	5	-	0,9	23	Blanca (1997)
LB San Pedro	Murefílo	<i>Erisma uncinatum</i>	7	0,4	0,6	97	Aserradero El Manteco (1998)
RF Imataca	Pardillo	<i>Cordia alliodora</i>	5	-	0,5	50	Blanca (1997)
LB San Pedro	Pardillo	<i>Cordia alliodora</i>	3	-	0,5	23	Aserradero Yocoima (1999)
LB El Frío	Pardillo	<i>Cordia alliodora</i>	6	0,9	0,8	48	Martínez y Cedeño (1997)
LB San Pedro	Pardillo	<i>Cordia alliodora</i>	11	0,9	1,0	96	Aserradero El Manteco (1998)
RF Imataca	Puy	<i>Tabebuia serratifolia</i>	4	-	0,8	92	Blanca (1997)
RF Imataca	Puy	<i>Tabebuia serratifolia</i>	2	-	0,5	86	González (1998)
LB El Frío	Puy	<i>Tabebuia serratifolia</i>	2	-	0,5	88	Martínez y Cedeño (1997)
LB San Pedro	Puy	<i>Tabebuia serratifolia</i>	10	0,4	0,5	88	Aserradero El Manteco (1998)

RF: Reserva forestal, LB: Lote Boscoso.

evaluaciones anteriores. Puede observarse que, en la mayoría de los casos, los individuos crecen en diámetro a una tasa inferior a 1cm/año y habría que esperar más de 40 años para que obtengan un tamaño adecuado para su procesamiento industrial (40cm de diámetro). No se conoce una evaluación económica de estas plantaciones y las mismas pueden ser poco competitivas desde el punto de vista comercial ya que, en otras áreas, con diferentes especies y métodos, se utilizan turnos desde 6 hasta 20 años. Además, estas evaluaciones no muestran el crecimiento expresado en m<sup>3</sup>/ha/año y por lo tanto no se pueden comparar con la tasa de explotación, lo cual daría una idea de la sustentabilidad del manejo que se está ejecutando.

Por otra parte, las fajas de enriquecimiento implican la tala de todos los individuos arbóreos en su recorrido, con el objeto de plantar árboles de alto valor comercial provenientes de viveros. Ochoa (1998) encontró que se eliminan 474,8 individuos/km (mayores a 10cm de diámetro), correspondientes a unas 64 especies y con una diversidad promedio de H' = 5 (Índice de Shannon Weiner). El impacto generado es equivalente a claros de gran extensión, donde se reduce el potencial de regeneración de especies nómadas y tolerantes (Vásquez-Yánes y Guevara, 1985). Las especies plantadas pueden tener una habilidad competitiva inferior a las especies pioneras, lo que aumenta los costos de mantenimiento y se generan dudas sobre la rentabilidad de este sistema de silvicultura.

En el mismo orden de ideas, conviene destacar que la intervención favorece a unas pocas especies animales, por la mayor disponibilidad de alimento que generan ciertas plantas pioneras, pero la gran mayoría de las especies que dependen de las condiciones encontradas en bosques primarios ven reducidas sus poblaciones. Esto puede tener efectos secundarios sobre el bosque remanente, ya que desaparecen elementos claves en los procesos de dispersión de semillas y micorrizas, polinización y control de insectos (Mason, 1996; Ochoa, 2000; Bevilacqua *et al.*, 2002).

Por algunas de las razones señaladas, varios autores mantienen criterios pesimistas relacionados con el manejo forestal de la Guayana Venezolana. Finol (1989) señala que en el bosque alto de Guayana no se deben aplicar los sistemas de enriquecimiento ni regeneración

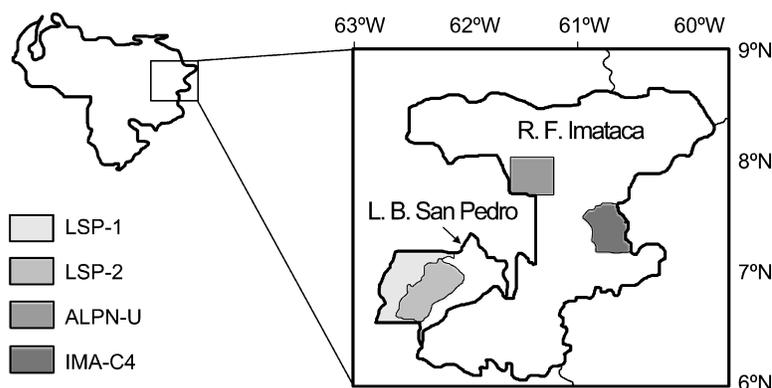


Figura 2. Ubicación del área de estudio.

natural dirigida en fajas transversales porque "...la alta densidad obliga a eliminar gran cantidad de pies maderables en todo el ancho de la faja (6m); lo que en resumen resulta antiecológico y antieconómico...". Según Jiménez (1993) "...la información que se tiene sobre la dinámica del bosque en la Región Guayana es escasa y no se dispone aún de un sistema silvicultural confiable...". De acuerdo a Hernández *et al.* (1994) "...en muchas áreas explotadas no se han cumplido las expectativas de cambio hacia una composición florística del bosque (cualitativa y cuantitativamente) más rica en especies comerciales..." y se hace "...la explotación de los bosques con un carácter similar al de la explotación minera y bajo una etiqueta de manejo sostenido..."

El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de las especies forestales más importantes utilizadas en plantaciones forestales en Fajas de Enriquecimiento. La investigación se desarrolló en diferentes unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana, con el fin de determinar la tasa de incremento de la biomasa para compararla con la tasa de extracción de madera.

### Área de Estudio

El trabajo fue desarrollado en cuatro unidades de manejo ubicadas en Reservas Forestales y Lotes Boscosos del Estado Bolívar, Venezuela (Figura 2).

La Unidad C-4, Reserva Forestal Imataca (IMA-C4) está ubicada entre 60°42' y 60°56'W y entre 7°31' y 7°10'N. Los datos climáticos provienen de la Estación Tumeremo, ubicada a unos 50km de la unidad, y señalan una temperatura media anual de 25°C, una precipitación media anual de 1274mm y una humedad relativa de 84%. La mayor parte del área pertenece a la fisiografía de tierras bajas, con una altitud cercana a 160msnm, pero se presentan algunas ele-

vaciones que llegan a 500msnm. La zona de vida que se reporta es Bosque Húmedo Tropical (Aserradero Hermanos Hernández, 1992).

La Unidad Única del Lote Boscoso Altiplánico de Nuria (APLN-U) está ubicada entre 61°15' y 61°37'W y entre 7°37' y 8°00'N. La temperatura media anual es 25,4°C, la precipitación media anual es 1450mm y la humedad relativa es 80%. En fisiografía de lomerío la

altitud es de 40msnm y en la zona de montaña oscila entre 400 y 720msnm. Debido a la variación altitudinal, se presenta la zona de vida Bosque Seco Tropical y la transición hacia Bosque Húmedo Tropical y Húmedo Premontano (Maderas Nuria, 1991).

La Unidad 1, del Lote Boscoso San Pedro (LSP-1) está ubicada entre 62°22'36" y 62°54'00"W y entre 6°29'12" y 7°17'24"N (Aserradero El Manteco, 1983).

La Unidad 2, del Lote Boscoso San Pedro (LSP-2) está ubicada entre 63°45' y 63°30'W y entre 6°30' y 7°00'N (Aserradero Matamoros, 1983).

En general, el Lote Boscoso San Pedro presenta una temperatura media anual de 26°C, una precipitación media anual entre 1800 y 2100mm y una humedad relativa de 72%. La mayor parte del terreno presenta una fisiografía de lomerío con una altitud cercana a 270msnm, pero también se presentan algunas montañas y tepuyes que alcanzan 700msnm. Las zonas de vida reportadas son Bosque Seco Tropical y Bosque Húmedo Tropical (Aserradero El Manteco, 1983; Aserradero Matamoros, 1983).

Los suelos de la Guayana Venezolana se caracterizan por ser muy pobres en nutrientes, debido a el material parental, la antigüedad de los depósitos y el intenso lavado producido por las precipitaciones. La capacidad de intercambio catiónico y el pH son muy bajos, el Fe y el Al pueden estar en concentraciones tóxicas. Esto genera un patrón de enraizamiento muy superficial que conduce a una alta fragilidad de estos ecosistemas ante cualquier perturbación (Hernández *et al.*, 1994). De inmediato surgen interrogantes sobre los dispositivos que permiten la existencia de ecosistemas tan exuberantes sobre suelos tan pobres. La respuesta está en que la fertilidad se sustenta en el horizonte húmico y se mantiene por un ciclo de nutrientes. En este ciclo actúan mecanismos

como la densa capa superficial de raíces, la absorción directa de nutrientes a través de las micorrizas, la retranslocación de nutrientes antes de la abscisión de las hojas y las adaptaciones estructurales, orientadas a reducir las pérdidas por lixiviación (Herrera *et al.*, 1978; Fuentes y Madero, 1996; Herrera, 2000).

La vegetación varía de acuerdo al clima, los suelos y la intervención humana. En terrenos muy degradados sobresalen las sabanas arbustivas o "chaparrales", con abundancia de *Trachypogon plumosus*, *Axonopus canescens* y *Andropogon sp.* en el componente herbáceo, y

*Curatella americana*, *Byrsonima crassifolia*, *Palicourea rigida* y *Roupala montana* en el componente arbustivo. En la parte central de la Reserva Forestal Imataca y del Lote Boscoso San Pedro, dominan los bosques densos, altos (dosel mayor a 25m) y siempreverdes con abundancia de *Peltogyne sp.*, *Eschweilera coriacea*, *Manilkara bidentata* y *Alexa imperatricis*. En la Altiplanicie de Nuria y sector noroeste del Lote Boscoso San Pedro dominan los bosques densos, altos y semidecíduos con abundancia de *Erismia uncinatum*, *Hymenaea courbaril*, *Licania densiflora* y *Aspidosperma oblongum* (Huber y Alarcón, 1988; Huber, 1995).

## Metodología

Antes de planificar y ejecutar los trabajos de campo se realizó una revisión exhaustiva en los archivos del MARN, con el fin de conocer la superficie de plantación y las especies utilizadas en cada unidad de manejo, de las Reservas Forestales y Lotes Boscosos del Estado Bolívar.

Se seleccionaron las 5 especies con mayor superficie de plantación (*Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Tabebuia serratifolia* y *Hymenaea courbaril*) y se adicionó *Erismia uncinatum* por ser la de mayor tasa de explotación.

Se eligieron 4 unidades de manejo, en variadas condiciones ecológicas, procurando la presencia de plantaciones de las especies señaladas. Se escogieron lotes plantados por especie y edad, utilizando el mapa de cada Unidad de Manejo.

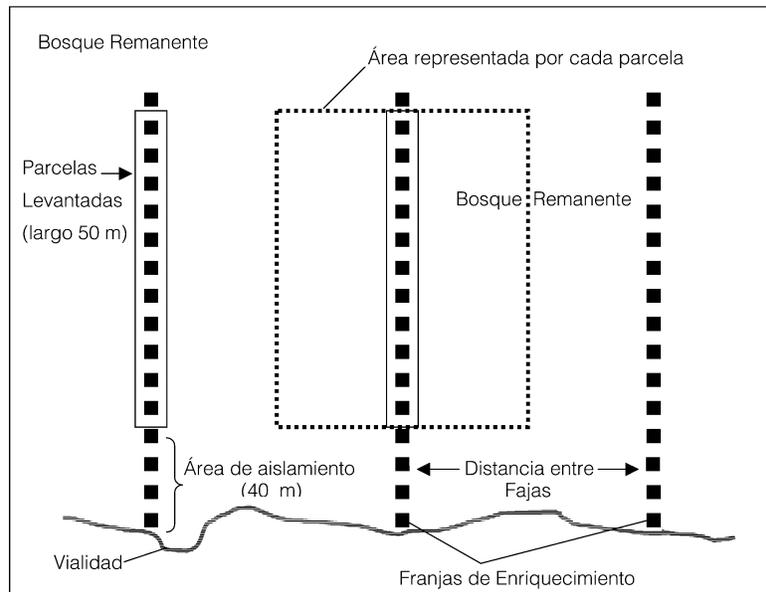


Figura 3. Metodología del levantamiento en campo.

En cada lote se seleccionaron al azar 3 franjas de plantaciones. En cada franja se consideró un área de aislamiento de 40m desde la vialidad, para evitar el efecto de borde. A partir de allí, dentro de la franja seleccionada, se ubicó al azar una parcela de 50m de longitud para evaluar los individuos plantados (Figura 3). En la Unidad LSP-2, la distancia entre fajas fue 50m y el área representada por cada parcela fue 2500m². En el resto de Unidades (LSP-1, IMA-C4 y APLN-U), la distancia entre fajas fue de 40m y por lo tanto el área representada por cada parcela fue de 2000m². Estos elementos son importantes para hacer estimaciones por hectárea, relacionadas con el crecimiento de la plantación.

En cada individuo se consideró su presencia/ausencia para evaluar la sobrevivencia y se midió el diámetro a la altura de pecho (dap) medido a una altura de 1,3m y la altura de fuste (Alt-F). Posteriormente se calculó el área basal (AB) mediante la fórmula

$$AB(m^2) = \pi/4(dap)^2$$

En estas plantaciones no se han desarrollado estudios de biometría para determinar fórmulas que indiquen el volumen de los individuos. Por ello se utilizó la fórmula oficial del MARN, de uso generalizado en el sector forestal, con el fin de obtener una cierta estimación de los volúmenes generados por las plantaciones:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = 0,605 [(dap)^2 (h)]$$

donde h: altura de fuste.

Posteriormente se calculó el área basal y volumen de la parcela, sumando estos parámetros en todos los individuos respectivos. Luego se estimaron estos valores por hectárea. Cuando la distancia entre fajas fue 50m, se multiplicó el valor de la parcela por 4. Cuando esta distancia fue 40m, se multiplicó por 5. La tasa de crecimiento anual se obtuvo dividiendo cada parámetro entre la edad de la parcela.

Además se realizaron análisis de varianza con un nivel de significación del 95%, para el dap y Alt-F. Se consideró que existen diferencias estadísticamente significativas cuando el valor de P es

menor que 0,05 (Tabla II). Esto se realizó para evaluar las diferencias entre parcelas de una misma unidad de manejo o entre unidades diferentes, lo cual se señala respectivamente como "P parcelas" y "P unidades".

## Resultados y Discusión

Los datos de la Tabla II indican una gran variabilidad en el comportamiento de las especies plantadas. La desviación típica es, en la mayoría de los casos, elevada si se compara con la media calculada para el dap y la Alt\_F. Por otra parte, se realizó un análisis de varianza para cada lote de parcelas de igual especie, edad y unidad ("P parcelas"). En 15 de los 39 lotes, aparecen diferencias significativas en cuanto al dap o Alt\_F.

Adicionalmente, se observa falta de relación entre edad de la plantación y desarrollo, a veces dentro de la misma unidad y, en muchos casos, al comparar unidades diferentes. Una muestra de ello es el dap de *Hymenaea courbaril* en la unidad APLN-U de 5 años (1,5cm), que es inferior al de 3 años (1,7cm). El dap de *Cedrela odorata* en la unidad LSP-2 de 4 años (2,6cm), es inferior al de 3 años (4,6cm). El dap de *Swietenia macrophylla* de 9 años en APLN-U (2,1cm) es inferior al de 3 años en LSP-2 (3,1cm). El dap de *Erismia uncinatum* de 12 años en LSP-1 (2,6cm) es inferior al de 5 años en APLN-U (2,9cm). Debería ocurrir que a mayor edad, mayor desarrollo, pero estos datos no siempre muestran eso.

Esta alta variabilidad en el comportamiento de las plantaciones podría atribuirse a los siguientes factores:

TABLA II  
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS DE LAS ESPECIES LEVANTADAS

Edad (años)	UNIDAD	DAP (cm)		ALT-F (m)		Análisis de Varianza*			
		Prom.	Desv. Est.	Prom.	Desv. Est.	P (parcelas)		P (unidades)**	
						DAP	Alt-F	DAP	Alt-F
<i>Hymenaea courbaril</i>									
3	APLN-U	1,7	1,5	1,1	0,5	0,31	0,27		
5	APLN-U	1,5	0,7	1,4	0,7	0,53	0,96		
7	IMA-C4	4,9	1,7	3,9	1,5	0,06	0,59	0,00	0,09
7	LSP-1	2,8	1,9	3,3	2,5	0,01	0,18		
11	LSP-1	2,5	1,1	2,7	1,2	0,00	0,01		
16	LSP-1	4,6	1,9	4,5	2,1	0,00	0,00		
<i>Swietenia macrophylla</i>									
2	IMA-C4	1,9	0,4	1,5	0,3	0,11	0,00		
3	APLN-U	1,1	0,6	1,1	0,3	0,05	0,21	0,02	0,03
3	LSP-2	3,1	1,4	2,5	1,0	0,55	0,88		
4	LSP-2	4,0	1,6	3,6	1,5	0,33	0,35		
5	APLN-U	1,6	0,6	1,6	0,5	0,27	0,07		
7	IMA-C4	2,8	1,1	2,2	1,2	0,79	0,95	0,51	0,10
7	LSP-1	2,6	1,2	2,8	1,2	0,08	0,42		
9	APLN-U	2,1	1,1	1,8	0,9	0,99	0,83		
<i>Cedrela odorata</i>									
3	ALPN-U	2,1	0,7	1,9	0,6	0,00	0,00	0,00	0,00
3	LSP-2	4,3	1,8	3,2	1,0	0,00	0,09		
4	LSP-2	2,6	1,5	2,9	1,2	0,01	0,00		
5	APLN-U	1,7	0,8	1,9	0,8	0,43	0,19		
7	IMA-C4	2,9	1,4	3,2	1,4	0,09	0,17		
<i>Erisma uncinatum</i>									
5	APLN-U	2,9	2,8	0,9	0,3	0,49	0,08		
6	LSP-1	2,4	1,1	2,2	0,9	0,06	0,55		
7	IMA-C4	3,6	1,7	2,3	1,0	0,13	0,30		
12	LSP-1	2,6	1,4	2,1	1,2	0,18	0,89		
<i>Cordia alliodora</i>									
2	IMA-C4	2,6	1,1	1,8	0,9	0,01	0,03		
3	LSP-2	2,9	1,8	2,2	1,2	0,36	0,30		
4	LSP-2	3,9	2,4	2,4	1,3	0,06	0,11		
5	APLN-U	2,8	2,5	1,6	0,9	0,07	0,04		
6	LSP-1	3,3	2,3	3,9	2,5	0,02	0,06		
7	APLN-U	6,0	3,7	5,0	3,1	0,16	0,30		
16	LSP-1	11,5	2,7	7,9	2,9	0,58	0,07		
<i>Tabebuia serratifolia</i>									
2	IMA-C4	2,6	0,6	2,0	0,5	0,15	0,04		
3	APLN-U	1,1	0,3	1,3	0,3	0,00	0,23		
4	LSP-2	2,5	1,3	2,1	0,8	0,02	0,03		
5	APLN-U	1,9	0,9	1,3	0,6	0,07	0,97		
6	LSP-1	1,5	0,6	1,5	0,7	0,00	0,00		
7	IMA-C4	4,9	2,3	2,7	1,4	0,00	0,00		
9	APLN-U	2,3	0,9	1,8	0,7	0,77	0,26		
11	LSP-1	2,0	0,8	1,8	0,8	0,08	0,14		
16	LSP-1	2,2	0,6	1,7	0,7	0,27	0,79		

\* Existe diferencia significativa cuando  $P < 0,05$ .

\*\* P (parcelas) se usa para comparar lotes de igual edad, pero en diferentes unidades de manejo.

a) Las diferencias ecológicas entre los sitios evaluados. Por ejemplo, la mayor parte de la Reserva Forestal Imataca es Bosque Húmedo Tropical y en el Lote Boscoso San Pedro domina el Bosque Seco Tropical. Esto explica la disparidad

encontrada entre las 3 áreas evaluadas, lo cual se comprueba con las diferencias estadísticamente significativas mostradas en las dos últimas columnas de la Tabla II ("P unidades"), que corresponden a lotes de la misma especie y edad. También

pueden existir diferencias en el relieve y suelos de las parcelas evaluadas, lo cual explicaría las diferencias dentro de una unidad cualquiera ("P parcelas").

b) Mantenimiento inadecuado, que expone a algunos individuos plantados al ataque de malezas herbáceas, arbustivas o trepadoras.

c) Ineficientes técnicas de plantación, relacionadas con el tamaño del plantón, distanciamiento, orientación de la faja y cuidados a las plantas.

d) Falta de aclareos para evitar la competencia temprana entre los individuos plantados o con el bosque remanente. Este último genera el "efecto túnel" que suprime la entrada de luz a la faja y con ello puede limitar las condiciones de crecimiento de la plantación.

e) Ausencia de un sistema de tipificación de áreas, orientado a colocar cada especie en los sitios más adecuados de acuerdo a sus requerimientos ecológicos.

En conjunto, los factores b, c, d y e pueden conducir a que algunos individuos resulten localmente favorecidos al encontrar mejores condiciones para su desarrollo, rompiendo con el principio de homogeneidad que debe caracterizar a las plantaciones forestales. Estos elementos corresponden directamente al esfuerzo técnico de las empresas, no a características del sitio. Para reafirmar esto debe notarse que, aún cuando son vecinas y están en condiciones ecológicas muy similares, en algunos casos las plantaciones de la unidad LSP-2 muestran mejor desarrollo que las de LSP-1. Esto puede observarse en *Swietenia macrophylla*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia serratifolia*.

Dado que hay diferencias estadísticamente significativas dentro de algunos lotes, los resultados anteriormente expuestos pueden conducir a la necesidad de un muestreo estratificado más detallado. Sin embargo, conviene hacer por lo pronto algunos análisis adicionales sobre las tendencias encontradas en todos los parámetros y lotes evaluados, con el fin de aportar elementos para estudios posteriores con mayor detalle estadístico.

En la Figura 4 se aprecia que *Cordia alliodora* es una de las especies con mejores resultados. Así mismo, los valores encontrados en IMA-C4 y LSP-2 son en general más altos que los de ALPN-U y LSP-1. Como se indicó anteriormente, esto puede ser atribuido a diferencias ecológicas entre los sitios o la influencia de la calidad de las técnicas de silvicultura aplicadas. Adicionalmente, es conveniente subrayar los altos promedios obtenidos en IMA-C4, cuyas plantaciones

más antiguas tienen sólo 7 años, si se compara con la experiencia de 16 años en LSP-1. En todo caso, con la prueba de Diferencia Mínima Significativa (Tabla III) se demuestra que *Cordia alliodora* exhibe la media más alta y que posee diferencias con el resto de las especies. Por su parte, de la Tabla IV se deduce que los resultados de IMA-C4 (los más altos) son estadísticamente similares a los de LSP-2, pero diferentes de los encontrados en LSP-1 y ALTN-U.

Es adecuado señalar que este análisis se ha efectuado utilizando el área basal, que se considera una medida muy precisa dado que proviene del dap y de una fórmula geométrica. Además, al considerar el área basal de las parcelas ( $m^2/ha/año$ ) se involucra indirectamente el éxito de la plantación en cuanto a sobrevivencia. Sin embargo, no se encontraron reportes de las tasas de explotación en  $m^2/ha/año$ , para poder hacer un balance entre crecimiento y aprovechamiento.

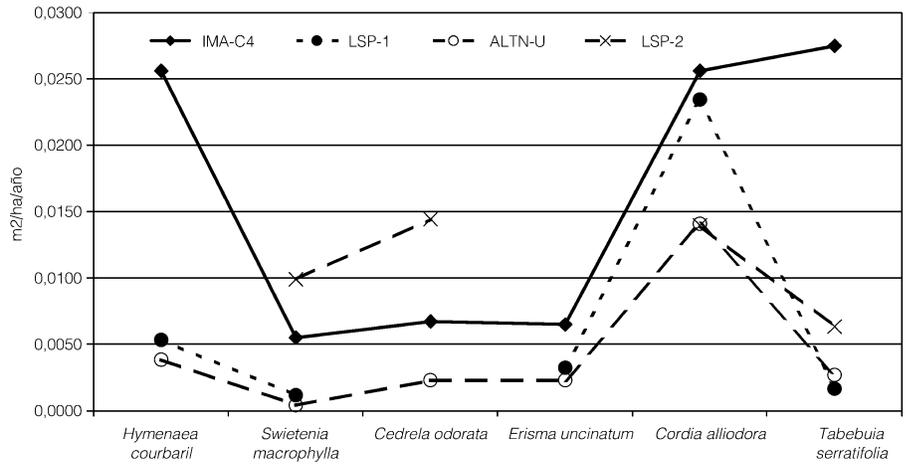


Figura 4. Influencia del sitio sobre las plantaciones

*dora*), los valores obtenidos en este trabajo son inferiores a los antecedentes reportados. Esto puede atribuirse a que en este trabajo se evaluaron sitios en condiciones corrientes de campo y no parcelas perma-

*Swietenia macrophylla* posee una madera fina de mediana densidad. Se usa un dmc de 60cm y, con un crecimiento de 0,55cm/año (Tabla V), tendría un turno de 109 años. Esto es su-

TABLA III  
ANÁLISIS DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA, EN ÁREA BASAL, PARA LAS ESPECIES EVALUADAS\*

	<i>H. courbaril</i>	<i>S. macrophylla</i>	<i>C. odorata</i>	<i>E. uncinatum</i>	<i>C. alliodora</i>	<i>T. serratifolia</i>
<i>H courbaril</i>		0,16	0,96	0,25	0,00	0,99
<i>S macrophylla</i>			0,20	1,00	0,00	0,11
<i>C odorata</i>				0,29	0,00	0,95
<i>E uncinatum</i>					0,00	0,21
<i>C alliodora</i>						0,00
<i>T serratifolia</i>						
Especie	Promedio ( $m^2/ha/año$ )	Grupos Homogéneos				
<i>S macrophylla</i>	0,0038	A				
<i>E uncinatum</i>	0,0038	A				
<i>C odorata</i>	0,0081	A				
<i>H courbaril</i>	0,0082	A				
<i>T serratifolia</i>	0,0083	A				
<i>C alliodora</i>	0,0184	B				

\* Existen diferencias estadísticamente significativas cuando  $P < 0,05$ .

Por otra parte, los valores encontrados en las tasas de crecimiento (Tabla V) indican que, a pesar de la alta variabilidad hallada en este trabajo, los resultados de algunas especies son similares a los de investigaciones anteriores, señalados en la Tabla I. Esto ocurre con el incremento del diámetro de *Erisma uncinatum*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia serratifolia*. Pero en el incremento del diámetro de *Hymenaea courbaril*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*, así como también en la sobrevivencia de todas las especies (excepto *Cordia allio-*

nentes pertenecientes a proyectos de investigación que poseen cuidados especiales en protección y mantenimiento.

Se consideran como maderas duras a *Hymenaea courbaril* y *Tabebuia serratifolia*, su diámetro mínimo de cortabilidad (dmc) es 50cm y, con las tasas de crecimiento encontradas, los turnos serían respectivamente 119 y 109 años. Estos incrementos son inferiores al de *Chrysophyllum caracasanaum*, que es otra madera dura con un crecimiento en bosque natural de 0,84cm/año (Luna, 1993).

TABLA IV  
ANÁLISIS DE DIFERENCIA MÍNIMA SIGNIFICATIVA, EN ÁREA BASAL, PARA LAS UNIDADES EVALUADAS\*

	IMA-C4	LSP-1	ALTN-U	LSP-2
IMA-C4		0,00	0,00	0,15
LSP-1			0,32	0,06
ALTN-U				0,01
LSP-2				
Unidad Promedio	Grupos Homogéneos			
ALTN-U 0,0040	A			
LSP-1 0,0064	A			
LSP-2 0,0119	B			
IMA-C4 0,0163	C			

\* Existen diferencias estadísticamente significativas cuando  $P < 0,05$ .

perior a la tasa de 0,38cm/año reportada por Corredor (2001), pero similar al obtenido por Luna (1993) en bosque natural (0,58cm/año).

*Erisma uncinatum* posee una madera de mediano valor y densidad. Con un crecimiento de 0,39cm/año, tardaría 128 años en alcanzar un dmc de 50cm. En contraste, el *Bombacopsis quinata* (sin. *Pachira quinata*), con características similares, crece en bosque natural a una tasa de 0,77cm/año (Luna, 1993).

*Cedrela odorata* posee una madera fina y blanda. Se considera muy bajo un crecimiento de 0,67cm/año, ya que tardaría 60 años en alcanzar un dmc de 40cm y esa tasa de crecimiento es inferior a la encontrada por Luna (1993) en bosque natural (0,97cm/año).

Estos turnos constituyen períodos muy largos para asegurar la rentabilidad de estos proyectos de silvicultura y es preocupante que los crecimientos sean inferiores o similares a los encontrados en bosques naturales. Se supone que en plantaciones debería haber un mejor desarrollo, por la selección de las especies y el manejo de la silvicultura. Además, los árboles no presentan un crecimiento lineal, sino con forma de curva sigmoidea. Al pasar la etapa juvenil, el incremento en diámetro tiende a ser más lento, por lo que los turnos reales pueden ser considerablemente mayores a los aquí señalados.

Adicionalmente, cabe recordar que estas plantaciones se están realizando en grandes extensiones geográficas. Los costos de mantenimiento de la vialidad requerida para el manejo serán muy altos o, lo que es más probable, las mismas serán abandonadas después de unos 2 años de control de malezas. Para ilustrar este argumento se recuerda que las unidades de manejo del occidente venezolano poseen como máximo 30000ha, mientras que las de Guayana llegan hasta 200000ha.

La especie con resultados más prometedores es *Cordia alliodora* con una tasa de 0,81cm/año. El dmc utilizado es 40cm y con ello el turno estaría cercano a los 50 años. Aunque todavía es un lapso muy largo, señala un potencial para ser mejorado mediante prácticas genéticas y de silvicultura (manejo del distanciamiento y fertilización).

Los resultados de sobrevivencia se consideran deficientes, ya que la media debería estar por encima de 80%. De hecho, se acostumbra hacer replante cuando hay mortalidad superior al 20%. Pero en estas plantaciones no parece haberse practicado el replante. La baja sobrevivencia de *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* puede estar vinculada a los ataques de *Hypsiphila grandella*. El caso de *Erisma uncinatum* podría estar relacionado con una alta susceptibilidad del material vegetal a la manipulación en el momento de la plantación. *Cordia alliodora*, *Hymenaea courbaril* y *Tabebuia serratifolia* poseen las tasas más altas de sobrevivencia, pero todavía son inferiores al 80%, lo cual seguramente se debe a deficiencias en el mantenimiento de la plantación.

En cuanto a los incrementos volumétricos anuales (Tabla V) debe recordarse que esto tiene limitaciones, por cuanto no existen fórmulas que estimen el volumen por árbol, para cada especie y sector ecológico. Dada la gran cantidad de individuos evaluados en este trabajo se consideró conveniente tener

TABLA V  
INCREMENTOS ANUALES Y SOBREVIVENCIA.

Especie	dap (cm/año)	Alt-F (m/año)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha/año)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha/año)	Sobrevivencia (%)
<i>Hymenaea courbaril</i>	0,42	0,38	0,0082	0,0263	56,7
<i>Swietenia macrophylla</i>	0,55	0,48	0,0038	0,0095	24,4
<i>Cedrela odorata</i>	0,67	0,64	0,0081	0,0222	43,0
<i>Erisma uncinatum</i>	0,39	0,26	0,0038	0,0086	35,4
<i>Cordia alliodora</i>	0,81	0,61	0,0184	0,0769	49,8
<i>Tabebuia serratifolia</i>	0,46	0,36	0,0083	0,0168	60,2
Promedio	0,55	0,46	0,0141	0,0267	44,9

una apreciación del crecimiento volumétrico para establecer comparaciones con la tasa de explotación. Se adoptó la fórmula oficial del MARN porque esa ecuación es la utilizada en todo el país, para todas las especies y condiciones ecológicas. Sin embargo, el uso de esta fórmula ha sido cuestionado, ya que es una aproximación del volumen aserrado, lo cual representa cerca de dos tercios del volumen rollizo (Centeno, 1995).

Estos resultados son preocupantes. La especie que crece más rápido es *Cordia alliodora* con una tasa de 0,0769m<sup>3</sup>/ha/año y el promedio general es 0,0267m<sup>3</sup>/ha/año. Esto es 199 veces inferior a la tasa de aprovechamiento estimada para Guayana en 5,3m<sup>3</sup>/ha/año (Bevilacqua *et al.*, 2002) y debe destacarse que algunas de estas unidades de manejo comenzaron sus actividades hace 18 años. Es contrastante que en el Estado Barinas, en 20 años de experiencia, las fajas de enriquecimiento alcanzaron un rendimiento de 3m<sup>3</sup>/ha/año, lo que representa una tercera parte de la tasa de aprovechamiento (Duque, 1993). Tal vez por esta razón, en las evaluaciones anteriores realizadas en la Guayana Venezolana no aparecen reportadas las tasas de crecimiento expresadas en m<sup>3</sup>/ha/año.

Considerando los problemas ya señalados para el cálculo volumétrico, se puede hacer otra comparación. El crecimiento promedio obtenido en área basal es 0,0141m<sup>2</sup>/ha/año (Tabla V). Esto es 56 veces inferior a una tasa de explotación de 0,7854m<sup>2</sup>/ha/año, que correspondería a 1 árbol/ha/año con un dap promedio de 1m. Obviamente, la tasa de aprovechamiento en área basal es mayor, pero no se cuenta con esta información.

Resulta conveniente aclarar que la experiencia citada del Estado Barinas, corresponde a una Unidad de Manejo con elevada concentración de madera de alto valor comercial y ubicada muy cerca de la industria. Esto permite mayor intensidad de aprovechamiento, in-

cluyendo maderas de mediano y bajo valor comercial, por los reducidos costos de transporte. Así mismo, existe la posibilidad de que los suelos de este sitio (sin graves problemas de fertilidad) permitan un mejor crecimiento en las plantaciones, si se comparan con las realizadas en Guayana.

En cualquier caso, se supone que en un rendimiento sostenido, la tasa de aprovechamiento debe ser menor o igual a la tasa de recuperación. En las reservas forestales de la Guayana Venezolana, la recuperación vendría dada por las opciones de crecimiento del bosque remanente, manejo de la regeneración natural y por las fajas de enriquecimiento. Con los resultados de este trabajo, parece que la tercera opción es un gasto innecesario de recursos, más orientado a difundir una imagen de que las empresas "están haciendo algo" (plantando), que a generar una producción sostenida de madera de alta calidad. Si se considera otro aspecto fundamental de la sostenibilidad, el ambiente, es probable que estos proyectos tampoco presenten balances positivos dados sus potenciales impactos al propio componente vegetal, a la fauna y al suelo.

## Conclusiones

- Los resultados muestran una alta variabilidad, donde algunas plantaciones antiguas presentan dimensiones menores que otras más jóvenes. Esto puede ser explicado por las diferencias ecológicas entre los sitios o deficiencias en las técnicas de silvicultura aplicadas.

- Las especies evaluadas crecen a una tasa inferior a 1cm/año y el turno (tiempo hasta alcanzar diámetro comercial de 40cm) sería superior a 40 años, lo cual atenta contra la rentabilidad de estos proyectos. En muchos casos, estas tasas de crecimiento son inferiores a las reportadas para especies similares en bosque natural.

- Los valores encontrados en IMA-C4 y LSP-2 son en general más altos que los

de ALPN-U y LSP-1. La disparidad ecológica entre los sitios podría justificar estas diferencias pero también podría influir la calidad de las técnicas de silvicultura aplicadas.

- Los resultados más prometedores se presentan con *Cordia alliodora* (crecimiento de 0,81cm/año en diámetro). El dmc utilizado es 40cm y con ello el turno sería 49 años. Aunque todavía es un lapso muy largo, señala un potencial para ser mejorado mediante prácticas genéticas y de silvicultura.

- El crecimiento general promedio de las fajas de enriquecimiento, es de 0,0267m<sup>3</sup>/ha/año, 199 veces inferior a la tasa de aprovechamiento estimada en 5,3m<sup>3</sup>/ha/año. Esto hace dudar del carácter sostenible que debería tener el manejo forestal en la Guayana Venezolana.

- Los recursos económicos, destinados a la recuperación del bosque, deberían orientarse a sistemas de silvicultura más rendidores y las fajas de enriquecimiento podrían continuar, pero en superficies mínimas experimentales, con programas de mejoramiento genético en la especie más prometedora (*Cordia alliodora*).

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo contó con el apoyo de la Dirección General del Recurso Forestal y Dirección Regional del Recurso Forestal (Upata) del Ministerio del Ambiente y de las empresas Aserradero Hermanos Hernández, Aserradero Matamoros, Aserradero El Manteco y Maderas Nuria. Los autores agradecen a Orlando Ortegano, Ignacio Azuaje, Carmen Cecilia Montoya, Dimas Gutiérrez, Dublin Pérez y Godofredo Arteaga, así como al personal técnico y obrero de las instituciones mencionadas. Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de Los Andes el financiamiento para la publicación de este trabajo.

#### REFERENCIAS

Ádjers G, Hadengganan S, Kuusipalo J, Nuryanto K, Vesa L (1995) Enrichment planting of dipterocarps in logged-over secondary forests: effects of width, direction and maintenance method of planting line on selected *Shorea* species. *Forest Ecol. Manag.* 73: 259-270.

Appanah S, Krishnapillay B, Dahlan, M (2000) Sustainable production of forest products in the humid tropics of Southeast Asia: latest developments. XXI IUFRO World Congress. Kuala Lumpur, Malasia. Vol 1. pp. 201-210.

Aserradero El Manteco (1983) *Plan de Ordenación y Manejo Forestal, Unidad I del Lote Boscoso San Pedro*. Tomo I. Caracas, Venezuela. 375 pp.

Aserradero El Manteco (1998) *Informe sobre la evaluación realizada en el año 1996 a las plantaciones en fajas de enriquecimiento establecidas en el período 1985-1995*. Caracas, Venezuela. 207 pp.

Aserradero Hermanos Hernández (1992) *Plan de Ordenación y Manejo Forestal, Unidad C-4 de la Reserva Forestal Imataca*. Upata, Venezuela. s/p.

Aserradero Matamoros (1983) *Plan de Ordenación y Manejo Forestal, Unidad II del Lote Boscoso San Pedro*. Upata, Venezuela. s/p.

Aserradero Yocoima (1999) *Informe Final, Undécimo Plan de Corta*. Upata, Venezuela. 70 pp.

Bertault J, Dupuy B, Maître H (1995) Silviculture for sustainable management of tropical moist forest. *Unasylva* 46: 3-9.

Bevilacqua M, Cárdenas L, Flores A, Hernández L, Lares E, Mansutti A, Miranda M, Ochoa J, Rodríguez M, Selig E (2002) *Situación de los bosques de Venezuela - La Región Guayana como caso de estudio*. Observatorio Mundial de Bosques. Caracas, Venezuela. 132 pp.

Blanca J (1997) *Informe N°2: evaluación silvicultural de plantaciones mediante el sistema de fajas de enriquecimiento*. Corporación de Desarrollo Forestal. Ciudad Bolívar, Venezuela. 81 pp.

Centeno J (1995) *Estrategia para el desarrollo forestal de Venezuela*. Fondo Nacional de Investigaciones Forestales. Ministerio del Ambiente. Caracas, Venezuela. Mimeo. 83 pp.

Corredor JR (2001) *Silvicultura Tropical*. Consejo de Publicaciones, Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela, 373 pp.

Dünisch O, Schwarz T, Neves E (2002) Nutrient fluxes and growth of *Carapa guianensis* Aubl. in two plantation systems in the central Amazon. *Forest Ecol. Manag.* 166: 55-68.

Duque J (1993) Análisis sobre la sostenibilidad del recurso forestal en la Unidad III de la Reserva Forestal de Ticoporo - Barinas, Venezuela. *Rev. Forestal Latinoam.* 11: 27-48.

Finol H (1989) *La Silvicultura Tropical en Venezuela*. Foro sobre Manejo de Bosques Tropicales. Sociedad de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. Mimeo. 8 pp.

Fuentes J, Madero AJ (1996) Suelos. En Rosales J, Huber O (Eds.) *Ecología de la Cuenca del Río Caura, Venezuela. I - Caracterización General*. *Scientia Guianae* 6: 44-47.

González A (1998) *Informe de avance de las plantaciones en fajas establecidas en las Parcelas de Investigación I y 2*. Maderas del Orinoco, C.A. Ciudad Guayana, Venezuela. 13 pp.

Hernández L, Parra A, Sanoja E (1994) *Una Visión sobre el Manejo Forestal en la Guayana Venezolana, Edo. Bolívar*. Consejo Regional de Gobierno, Ambiente, Minería y Ordenación del Territorio del Edo. Bolívar. Puerto Ordaz, Venezuela. Mimeo. 24 pp.

Herrera R (2000) Algunos aportes del Proyecto Amazonas al conocimiento sobre los suelos del Río Negro y a la biogeoquímica de la región. *Scientia Guianae* 11: 7-13.

Herrera R, Jordan CF, Klinge H, Medina E (1978) Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciencia* 3: 223-232.

Huber O (1995) *Mapa de Vegetación de la Guayana Venezolana*. Escala 1:2.000.000. CVG-EDELCA, Missouri Botanical Garden. Caracas, Venezuela.

Huber O, Alarcón C (1988) *Mapa de Vegetación de Venezuela*. Escala 1:2.000.000. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela.

Jiménez S (1993) *Estudio sobre el Tratamiento de la Masa Remanente en la Unidad N°1 del Lote Boscoso San Pedro, Edo. Bolívar*. Tesis. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 102 pp.

Korpelainen H, Ádjers G, Kuusipalo J, Nuryanto K, Otsamo A (1995) Profitability of rehabilitation of overlogged dipterocarp forest: a case study from South Kalimantan, Indonesia. *Forest Ecol. Manag.* 79: 207-215.

Lamprecht H (1990) *Silvicultura en los trópicos*. GTZ. Eschborn, Alemania. 335pp.

Luna A (1993) *Estudio sobre el crecimiento y edad de 20 especies forestales comerciales de los bosques naturales venezolanos*. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 127 pp.

Maderas Nuria (1991) *Plan de Ordenación y Manejo Forestal, Unidad Única del Lote Boscoso Altiplanicie de Nuria*. Caracas, Venezuela. s/p.

Majid NM, Varquez E, Azani M (2000) Role of forestry in landscape rehabilitation: Malaysian experience. XXI IUFRO World Congress. Kuala Lumpur, Malasia. Vol 1. pp. 297-309.

Martínez Y, Cedeño J (1997) *Evaluación técnica y económica de las plantaciones en franjas de enriquecimiento en las unidades de manejo forestal de la CVG*. Universidad Nacional Experimental de Guayana. Ciudad Guayana, Venezuela. 52 pp.

Mason D (1996) Responses of Venezuelan understory birds to selective logging, enrichment strips, and vine cutting. *Biotropica* 28: 296-309.

Montagnini F, Eibl B, Grance L, Maiocco D, Nozzi D (1997) Enrichment planting in overexploited subtropical forests of the paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecol. Manag.* 99: 237-246.

Ochoa J (1998) Análisis preliminar de los efectos del aprovechamiento de maderas sobre la composición y estructura de bosques en la Guayana Venezolana. *Interciencia* 23: 197-207.

Ochoa J (2000) Efectos de la extracción de maderas sobre la diversidad de pequeños mamíferos en bosques de tierras bajas de la Guayana Venezolana. *Biotropica* 32: 146-164.

Raja RS, Ibrahim S, Appanah S, Chong P, Otham J, Musa I (2000) Restorative planting of degraded sites in a logged hill dipterocarp forest using new approach and new method. XXI IUFRO World Congress. Kuala Lumpur, Malasia. Vol. 3. p. 110.

Vásquez-Yanes C, Guevara S (1985) Caracterización de los grupos ecológicos de árboles de la selva húmeda. En Gómez-Pompa A, Del Amo S (Eds.) *Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México*. Alhambra. México. pp. 67-78.

Vincent L (1993) *Métodos cuantitativos de planificación silvicultural*. Consejo de Estudios de Postgrado. Universidad de Los Andes. Mérida Venezuela. 237 pp.