

Evaluación técnica y financiera de la silvicultura desarrollada en un bosque natural de la Guayana venezolana

Óscar NOGUERA¹
Omar G. CARRERO¹
Miguel PLONCZAK¹
Mauricio JEREZ¹
Gilberto KOOL²

¹Universidad de Los Andes
Facultad de Ciencias Forestales
y Ambientales
Escuela de Ingeniería Forestal
Vía principal los Chorros de Milla
Conjunto Forestal, Edificio Principal
Mérida, Edo Mérida 5101
Venezuela

²Director del Plan de Ordenación y
Manejo del lote boscoso El Dorado
Tumeremo, Edo Bolívar
Venezuela

En un bosque natural de la Guayana venezolana, los tratamientos mejoramiento de la masa forestal remanente (MMFR) y plantaciones en fajas de enriquecimiento (PFE) fueron evaluados técnica y financieramente, mediante estimaciones de: masa comercial existente después del aprovechamiento, crecimiento y costos de las operaciones e ingresos. Los resultados muestran que las metas establecidas no pueden ser alcanzadas y no son rentables. Se recomienda estudiar la factibilidad de modificar el sistema de aprovechamiento, así como ensayar la aplicación de tratamientos silviculturales más efectivos.



Área tratamiento manejo de la masa forestal remanente.
Foto: J. G. Alzolay.

RÉSUMÉ

ÉVALUATION TECHNIQUE ET FINANCIÈRE DE LA SYLVICULTURE MENÉE DANS UNE FORÊT NATURELLE EN GUYANE VÉNÉZUÉLIENNE

Une entreprise réalise, depuis 1996, un plan d'aménagement forestier dans une forêt tropicale sèche, El Dorado-Tumeremo, d'une superficie productive de 66 000 ha (État de Bolívar, Venezuela). Une trentaine d'espèces sont exploitées selon des diamètres minimaux de coupe et en fonction de leur potentiel commercial : les commercialisables (*Hymenaea courbaril*, *Pouteria caimito*, *Spondias mombin*, *Cordia alliodora*, *Andira* sp., *Manilkara bidentata* et *Peltogyne pubescens*), les potentiellement commercialisables (*Cordia bicolor*, *Fagara martinicensis*, *Tetragastris panamensis*, *Ceiba pentandra*, *Brosimum alicastrum*, *Aspidosperma megalocarpum*, *Astronium lecontei*) et celles qui n'ont pas de valeur commerciale mais qui sont abondantes, comme *Drypetes variabilis*. L'exploitation couvre 40 ans avec des cycles de coupe de 20 ans. Dans la parcelle (3 250 ha) étudiée, plus de 14 500 arbres sont exploités avec un volume en grumes de 17 600 m³. Le ministère de l'Environnement et des Ressources naturelles exige l'application d'un plan de traitements sylvicoles, sur une partie de la surface exploitée, afin de produire une quantité de bois comparable à celle récoltée à l'issue de 40 ans. Les traitements ont été évalués techniquement et financièrement par des estimations de la masse commerciale post-exploitation, son accroissement et des coûts d'intervention et des revenus. Les résultats de l'analyse et sensibilité financières montrent que les objectifs fixés ne peuvent pas être atteints ainsi que la rentabilité. C'est pourquoi il est recommandé d'étudier la faisabilité d'une modification du système d'exploitation, ainsi que d'essayer des traitements de sylviculture plus efficaces.

Mots-clés : analyse financière, sylviculture, enrichissement, amélioration, aménagement forestier.

ABSTRACT

A TECHNICAL AND FINANCIAL EVALUATION OF SYLVICULTURAL METHODS IN A NATURAL FOREST IN VENEZUELAN GUYANA

Since 1996, a private company has been working to a forest development plan in the dry tropical forest of El Dorado-Tumeremo, where the productive area covers 66 000 ha (Bolívar state, Venezuela). Some 30 tree species are logged in accordance with minimum felling diameter rules and with their marketing potential, i.e., currently marketable species (*Hymenaea courbaril*, *Pouteria caimito*, *Spondias mombin*, *Cordia alliodora*, *Andira* sp., *Manilkara bidentata* and *Peltogyne pubescens*), potentially marketable species (*Cordia bicolor*, *Fagara martinicensis*, *Tetragastris panamensis*, *Ceiba pentandra*, *Brosimum alicastrum*, *Aspidosperma megalocarpum* and *Astronium lecontei*) and species like *Drypetes variabilis*, which have no commercial value but are abundant. The logging plan covers 40 years, with 20-year rotations. In the parcel studied (3 250 ha), over 14 500 trees have produced 17 600 m³ of raw timber. The Ministry for the environment and natural resources requires a silvicultural treatment plan to be applied over part of the logged area, in order to produce quantities of timber that are comparable to those harvested after 40 years. Technical and financial evaluations of these treatments have been made through estimations of commercial volume after logging and potential increments, treatment costs and revenue. The results of the analysis, including financial sensitivity, show that the objectives and profitability sought cannot be achieved. This is why a recommendation is made to investigate the feasibility of a change in the logging system and to conduct trials for more effective silvicultural treatments.

Keywords: financial analysis, silviculture, enrichment planting, improvement, forest planning.

RESUMEN

EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA SILVICULTURA DESARROLLADA EN UN BOSQUE NATURAL DE LA GUAYANA VENEZOLANA

Una empresa ejecuta, desde 1996, un plan de ordenación y manejo forestal en un bosque seco tropical, El Dorado-Tumeremo, con una superficie productiva 66 000 ha (Estado Bolívar, Venezuela). Se aprovechan unas 30 especies según diámetros mínimos de corbabilidad, clasificadas según su potencial comercial: las comerciales (*Hymenaea courbaril*, *Pouteria caimito*, *Spondias mombin*, *Cordia alliodora*, *Andira* sp., *Manilkara bidentata* y *Peltogyne pubescens*), las potencialmente comerciales (*Cordia bicolor*, *Fagara martinicensis*, *Tetragastris panamensis*, *Ceiba pentandra*, *Brosimum alicastrum*, *Aspidosperma megalocarpum*, *Astronium lecontei*) y las que no tienen valor comercial actual, pero son abundantes, como *Drypetes variabilis*. El aprovechamiento se hace con turno de 40 años y ciclo de corta de 20 años. Se estudió un compartimiento (3 250 ha) donde se aprovecharon más de 14 500 árboles con un volumen rollizo de 17 600 m³. El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales exige la aplicación de un plan de tratamientos silviculturales, sobre una parte del área aprovechada, con el objetivo de producir una cantidad de madera similar a la cosechada, al cabo de 40 años. Los tratamientos fueron evaluados técnica y financieramente, mediante estimaciones de: masa comercial existente después del aprovechamiento, crecimiento y costos de las operaciones e ingresos. Los resultados de análisis y sensibilidad financieros muestran que las metas establecidas no pueden ser alcanzadas y no son rentables. Por tanto, se recomienda estudiar la factibilidad de modificar el sistema de aprovechamiento, así como ensayar la aplicación de tratamientos silviculturales más efectivos.

Palabras claves: análisis financiero, silvicultura, enriquecimiento, mejoramiento, ordenación y manejo forestal.

Introducción

Existe un amplio debate sobre si el sistema de concesiones y las prácticas implementadas en Venezuela constituyen una forma factible de garantizar el manejo sustentable del bosque. Desde 1970, el manejo de bosques en las reservas forestales y lotes boscosos, se realiza por ley mediante planes de ordenación y manejo forestal bajo concesión a largo plazo. Las reservas forestales y lotes boscosos (unas 13 millones de ha en el país), tienen como objetivo abastecer de materia prima a la industria nacional. Para 1998, cerca de 2,5 millones de ha de reservas forestales y lotes boscosos habían sido otorgadas bajo concesión a compañías públicas y privadas. Estos Planes deben ser aprobados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN) y revisados quinquenalmente. El plan de manejo comprende planes específicos relacionados con: aprovechamiento, silvicultura, investigación, protección, vialidad e infraestructura, sujetos a escrutinio por parte del MARN (PLONCZAK, 2005). El área a manejar es dividida en tantos compartimientos como años comprende el ciclo de corta (de 20 a 40 años); aprovechándose anualmente uno de ellos (RODRÍGUEZ *et al.*, 1998).

Al cabo de 30 años de vigencia de los contratos de concesión otorgados, factores de carácter político y social condujeron a la desaparición de los bosques de las reservas forestales en los llanos occidentales de Venezuela, situación que podría presentarse también en la Guayana Venezolana si no se establecen correctivos. Desafortunadamente, los planes de investigación hicieron poco énfasis en el monitoreo del bosque aprovechado y en estudios ecológicos, económicos y financieros de largo plazo que clarificaran el efecto que las prácti-

cas de manejo tendrían sobre la permanencia del bosque. El manejo silvicultural y el seguimiento de sus efectos en el mediano y largo plazo constituyen uno de los aspectos claves para asegurar el suministro continuo de productos forestales, ya que la rentabilidad del bosque para ciclos siguientes va a depender de las características de la masa remanente y de su tratamiento (LOZADA *et al.*, 2003; PLONCZAK, 2005; GÓMEZ-POMPA, BURLEY, 1991; MAITRE, 1991). La utilización de tratamientos, sin un análisis financiero y ecológico que los sustente, puede afectar su aplicabilidad a largo plazo.

El objetivo de este trabajo fue analizar desde los puntos de vista financiero y silvicultural los resultados del manejo forestal aplicado en una concesión representativa de la zona, ubicada en un Lote Boscoso de la Guayana venezolana, con la finalidad de hacer recomendaciones sobre el manejo futuro que podría efectuarse en la región.

Descripción del área de estudio y antecedentes

El estudio se realizó en el lote boscoso El Dorado-Tumeremo (unas 78 000 ha) ubicado en el municipio autónomo Sifontes del Estado Bolívar, Venezuela, entre las coordenadas 06° 57' 30" N, 61° 29' 09" W (Figura 1), donde la empresa Elaboración de Madera Bosco c.a. adelanta un plan de ordenación y manejo forestal. Según la clasificación de Holdridge, la región pertenece a la zona de vida bosque seco tropical. El bosque contiene unos 600 árb/ha con $dap \geq 10$ cm y un área basal de unos 22 m²/ha; los árboles presentan diámetros pequeños y alturas de 20 a 25 m. El estudio dendrológico reportó 282 especies por ha, destacándose por su valor comercial *Hymenaea courbaril*, *Pouteria caimito*, *Spondias mombin*, *Cordia alliodora*, *Andira* sp., *Manilkara bidentata*, *Peltogyne pubescens* y *Tabebuia avellaneda*. La temperatura media anual es de 25,5°C con máximas y mínimas



Plantación en faja de enriquecimiento (fecha: junio 2004).
Especie *Manilkara bidentata*.
Foto: J. G. Alzola.

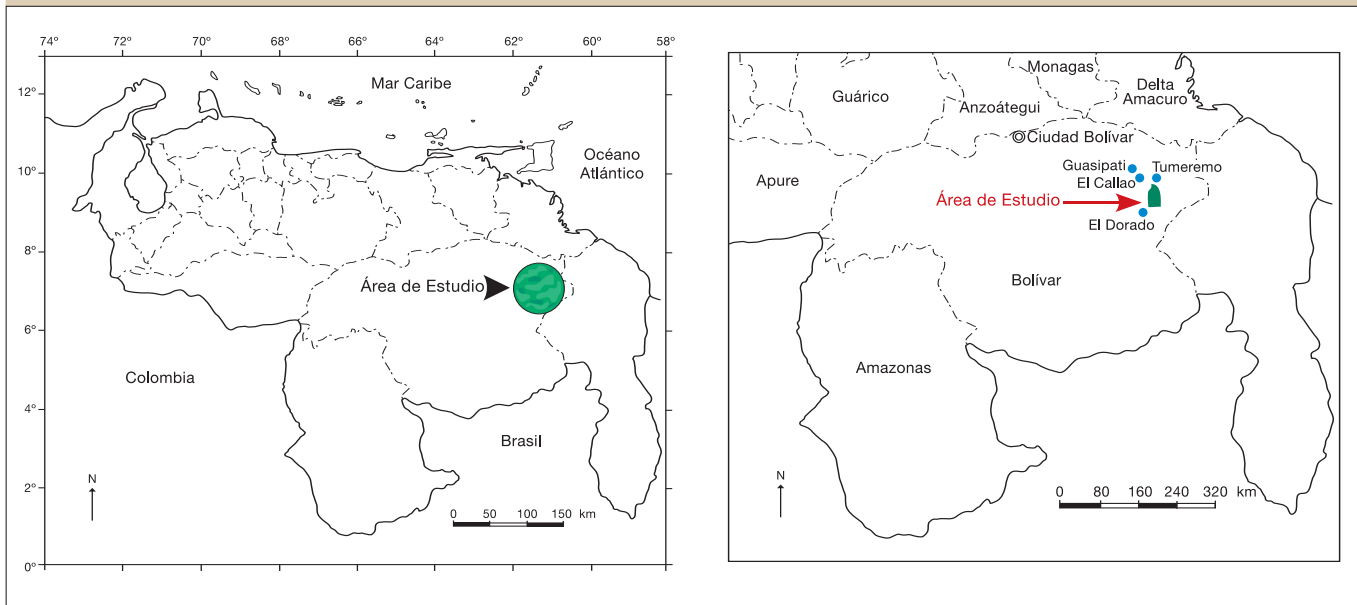


Figura 1.
Situación relativa nacional y regional del lote boscoso El Dorado-Tumeremo.
Estado Bolívar, Venezuela.

promedio de 31,8°C y 21,4°C respectivamente. La precipitación media anual es de 1 329 mm. La altitud varía entre 140 y 220 m. Los suelos son muy pobres en nutrientes, predominantemente ultisoles y entisoles, debido a la antigüedad del material parental y al lavado por las precipitaciones. La capacidad de intercambio catiónico y el pH son muy bajos y el enraizamiento es superficial; esto determina la fragilidad de estos bosques (ELABORACIÓN DE MADERA BOSCO C. A., 1995).

La empresa elaboró un plan de ordenación y manejo forestal para 66 000 ha, divididas en 20 compartimientos de aproximadamente 3 250 ha, asumiendo un ciclo de corta de 20 años y un turno teórico de 40 años, es decir, a partir del año 21 se aprovechará la masa forestal remanente sin tratamiento que queda en cada compartimiento, mientras que a partir del año 41, se aprovechará la masa forestal producto de los tratamientos silviculturales. Esto se postuló tomando en cuenta: la superficie de la unidad de manejo, las existencias de madera

comercial estimadas mediante inventario forestal (intensidad 1 %) y estimaciones de crecimiento de especies presentes del área (ELABORACIÓN DE MADERA BOSCO C. A., 1995). El plan se inició en 1996, cuando se aprovecharon, en el compartimiento 1 (3 250 ha), 14 535 árboles (dap \geq 40 cm), con un volumen en pie de 19 124 m³, equivalente a 17 642 m³ de madera rolliza (NOGUERA *et al.*, 2004). El plan prescribe la aplicación de dos tratamientos silviculturales: mejoramiento de la masa forestal remanente (MMFR) y plantaciones en fajas de enriquecimiento (PFE). Los tratamientos silvícolas y sus cuotas superficiales son fijadas por el MARN con base en el diseño y ejecución de un muestreo silvicultural en el compartimiento respectivo. Ello requiere un inventario para estimar la abundancia efectiva (árb/ha) de las especies de interés; éste es un parámetro que considera la abundancia de los individuos por unidad de área y su distribución espacial, tomando en cuenta únicamente la presencia o ausencia de individuos con las características deseadas, en cuadrículas

de 100 m². Para su aprovechamiento y manejo, las especies del área se clasifican, según su potencial comercial, en tres grupos:

- **Comerciales (A)**, que incluye las especies *Hymenaea courbaril*, *Pouteria caimito*, *Spondias mombin*, *Cordia alliodora*, *Andira sp.*, *Manilkara bidentata* y *Peltogyne pubescens*.
- **Potencialmente comerciales (B)**, que incluye a *Cordia bicolor*, *Fagara martinicense*, *Tetragastris panamensis*, *Ceiba pentandra*, *Brosimum allicastrum*, *Aspidosperma megalocarpum* y *Astronium lecontei*.
- **Especies sin valor comercial actual (C)**, pero de interés por su abundancia, como *Drypetes variabilis*, entre otras.

El compartimiento aprovechado se dividió en dos sectores: uno de 1 535 ha (sector 1) y otro de 1 395 ha (sector 2). El Cuadro I presenta los resultados de la estimación mínima confiable de la abundancia efectiva (árb/ha) por grupos de especies y especificación diamétrica para cada sector. En el sector 1 el MARN asignó

Cuadro I.

Estimación mínima confiable* de la abundancia efectiva (árb/ha) para los sectores 1 y 2 del compartimiento 1 del lote boscoso El Dorado Tumeremo.

Sector	Grupo	Especificación diamétrica (cm)						
		10	15	20	≥ 25	30	≥ 35	≥ 40
1	A	4,7	4,3	3,9	3,5	2,7	2,1	1,5
	A+B	13,6	12,6	11,1	9,2	7,3	4,9	3,4
	A+B+C	42,4	38,6	33,0	26,8	21,8	16,3	11,1
2	A	6,8	6,4	5,9	5,2	4,3	3,4	2,7
	A+B	14,6	13,3	11,4	9,5	7,8	5,7	4,4
	A+B+C	39,9	36,8	32,3	26,9	21,3	15,5	10,8

* Límite inferior de un intervalo de confianza construido con la t-Student de una cola y un nivel de confianza del 95%.
A = comerciales; B = potenciales; C = sin valor comercial.

Cuadro II.

Estimación del número de árboles y volumen a producir mediante el tratamiento de mejoramiento de la masa forestal remanente (MMFR) en 480 ha.

Fuente: Elaboración de Madera Bosco, 2003.

Categoría diamétrica (cm)	Número de árboles				Dap (cm)	Dap final* (cm)	Vap** (m³)
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total			
15-20	163	96	64	323	15	31	
20-25	305	222	116	643	20	36	
25-30	481	339	144	964	25	41	513
30-35	560	357	158	1 075	30	46	722
35-40	535	311	160	1 006	35	51	819
≥ 40	775	438	239	1 452	40	56	1 416
Total	2 819	1 763	881	5 463			3 470

* Se asume un incremento diamétrico de 0,4 cm/año para todas las categorías (16 cm en 40 años).
** Vap = volumen aprovechable.
A = comerciales; B = potenciales; C = sin valor comercial.

una cuota de 213 ha de PFE, mientras que en el sector 2, determinó la necesidad de realizar un tratamiento de MMFR sobre una superficie de 480 ha; ello con miras a producir una cuota de madera similar, a ser aprovechada en el año 41.

El MMFR se aplica en Venezuela a bosques naturales irregulares y heterogéneos, aprovechados según diámetros mínimos de cortabilidad (policíclicos), para favorecer árboles valiosos remanentes con diámetros a altura de pecho a partir de 15 centímetros (dap ≥ 15 cm) y a la regeneración natural que se establece poste-

riormente en las plazas como consecuencia del aprovechamiento (FINOL, 1995). Las actividades silviculturales para este caso son:

- Aprovechamiento de la masa forestal a partir del diámetro mínimo de cortabilidad de 50 cm para las especies *Hymenaea courbaril* y *Tabebuia avellanedae* y 40 cm para el resto de las especies.
- Corta de trepadoras que afectan a los árboles seleccionados.
- Anillamiento y envenenamiento de los árboles que están afectando al deseable sobresaliente.

Las actividades silviculturales planificadas sobre 480 ha comprenden cortas de liberación en todos los pies remanentes de los grupos A y B con dap ≥ 15 cm. Se planificaron cuatro liberaciones: a los cinco años de la explotación y, las tres siguientes, en lapsos de 10 años. Se estima que se tratarán 5 463 árboles (Cuadro II).

Las PFE consisten en la regeneración por plantación en fajas equidistantes (abiertas con máquina) preferentemente con especies nativas, separadas entre sí según la cobertura de las especies regeneradas a la edad de la cosecha y en bos-

ques, por lo general, ya aprovechados. Mediante este sistema se transforma el bosque natural irregular y heterogéneo en otro más valioso, cuya regeneración en las fajas es homogénea. Entre las fajas de regeneración quedan los restos del bosque natural con su potencial de especies, que en un futuro podrían incorporarse al mercado. Se ha justificado su aplicación en bosques jóvenes o maduros, pobres en especies comerciales; o en bosques ricos o relativamente ricos, cuyas especies comerciales tienen dificultades para regenerarse naturalmente, o cuando se requiere introducir una especie por exigencias de índole ecológica o de mercado (LOZADA *et al.*, 2003; FINOL, 1995; ADJERS *et al.*, 1995).

Según las exigencias del MARN, para el enriquecimiento del bosque remanente se plantaron 213 ha con un espaciamiento entre fajas de 30 m y 3 m entre plantas (112 árb/ha). Se emplearon especies nativas como *Cordia alliodora*, *Swietenia macrophylla*, *Pithecellobium saman*, *Hymenaea courbaril*, *Tabebuia serratifolia* y *Brosimum alicastrum*; producidas en vivero, utilizando semillas provenientes de la región. Estas especies fueron escogidas por su alto valor comercial, a pesar de no tener suficiente información del comportamiento de las mismas. De acuerdo con estimaciones del MARN y la Empresa, se espera producir 56 árb/ha con un diámetro mínimo de 40 cm, en un turno de 40 años (monocíclico), asumiendo un crecimiento diamétrico de 1 cm/año. Éste es un escenario muy optimista, en el que se espera que la mitad de los árboles plantados alcancen el diámetro de corta. El tratamiento incluye tres limpiezas al año durante los primeros cinco años, cuatro liberaciones, iniciando el quinto año y, luego, cada diez años. Se realizará un aclareo a los 15 años, cuando se inicie el contacto entre copas, para disminuir la densidad a unos 56 árboles por hectárea.

Metodología

Para determinar si los tratamientos silviculturales propuestos permitirán cumplir con las cuotas volumétricas exigidas al cabo de 40 años, se estimó el volumen de madera rolliza que producirán las áreas tratadas. Para ello, se utilizó la fórmula oficial del MARN, definida como:

$$V = 0,33275 \times dap^2 \times h$$

donde: *dap* = diámetro a la altura de pecho (m) y *h* = altura del fuste comercial (m).

Para el MMFR se asumió un diámetro mínimo de cortabilidad de 40 cm y una altura del fuste comercial de 16 m. Asimismo, se asumió una tasa de crecimiento de 0,4 cm/año, con base en la información proveniente de ocho mediciones de parcelas permanentes de crecimiento, reportadas por NOGUERA (2004); igualmente, se estima que la mortalidad puede alcanzar hasta un 30 %. Para realizar la evaluación económica se procedió a estimar los costos de operación para cada una de las actividades realizadas, llevando los costos por día de trabajo por actividad y según los rendimientos diarios de cada actividad. Se estimaron los ingresos al final del turno, suponiendo precios constantes para la madera rolliza de las especies aprovechadas de 163 USD/m³ (en 2003).

Para las PFE se asumió un diámetro meta de 40 cm y una altura de fuste comercial de 14 m, un crecimiento diamétrico de 1 cm/año y una reducción del 50 % en el número de individuos al cabo de 40 años. Para la evaluación económica se procedió de la manera antes descrita. Se estimaron los ingresos al final del turno, suponiendo precios constantes de estos productos de 186 USD/m³ (en 2003).

Se determinó la relación beneficio/costo (B/C), el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) para cada tratamiento, utilizando el programa Excel. Se realizó un análisis de sensibilidad para dos variables relevantes en los resultados financieros: tasa de interés y variación de costos, manteniendo todas las otras variables constantes, con el fin de conocer su efecto sobre los resultados financieros; esto debido a que no se tiene certeza en la estimación de algunos valores y a posibles variaciones futuras. Además, este análisis permite estimar el nivel de riesgo que se puede asumir al tomar decisiones sobre el manejo.



Plantación en faja de enriquecimiento (fecha: junio 2004).

Especie *Swietenia macrophylla*.

Foto: J. G. Alzola.

Resultados y discusión

Evaluación silvicultural

Según las estimaciones de abundancia, crecimiento diamétrico anual, altura comercial y mortalidad, se prevé que después de 40 años se dispondrá de 2 657 árboles, con dap \geq 40 cm con alturas estimadas de 16 m, equivalentes a 3 470 m³ (Cuadro II); esto representa el 47 % de los árboles seleccionados pertenecientes a la especificación diamétrica 25 cm. Cabe destacar que para la aplicación del MMFR se requiere que exista un nivel de regeneración deseable adecuada, es decir, suficientes individuos comerciales que tengan la posibilidad de alcanzar el diámetro mínimo de cortabilidad y garantizar la obtención de un volumen igual o superior al cosechado, incluyendo las pérdidas por causa de las labores de aprovechamiento. Aparentemente, este parámetro no fue considerado a la hora de seleccionar las áreas a tratar, ya que los valores de abundancia efectiva no mostraron diferencias notorias entre ambos sectores (Cuadro I).

Con respecto a las PFE, las estimaciones preveían producir al menos 56 árb/ha de 40 cm de dap y 14 m de altura en 40 años, con lo cual se tendrían aproximadamente 11 900 árboles, equivalentes a 8 891 m³. Al respecto, es conveniente señalar que algunos autores (VINCENT 2004; LOZADA *et al.*, 2003; APPANAH *et al.*, 2000; MONTAGNINI *et al.*, 1997; VINCENT, JEREZ, 1996) tienen reservas en cuanto al éxito de las PFE, debido a lo complejo y costoso de su implementación, y que, en general, no responden a las expectativas de técnicos y administradores (BERTAULT *et al.*, 1995). Asimismo, se presentan deficiencias técnicas al establecer de antemano la separación entre fajas igual para todas las especies y al seleccionar especies cuya adaptación a los sitios no es bien conocida. La suposición de que al menos la mitad de los árboles alcanzarán un



Plantación en faja de enriquecimiento (fecha: junio 2004).
Especie *Swietenia macrophylla*.
Foto: J. G. Alzolay.

diámetro de corta de 40 cm al cabo de 40 años no es sostenible, según los resultados de crecimiento obtenidos en diversos estudios (JEREZ, VINCENT, 1996; LOZADA *et al.*, 2003). En este sentido, JEREZ y VINCENT (1996) encontraron que en plantaciones en línea de *Tabebuia rosea* con densidad inicial de 760 árb/ha y manejo adecuado, únicamente uno de cada siete árboles alcanzó el diámetro de corta de 40 cm al cabo de 30 años. Sin embargo, MONTAGNINI *et al.* (1997) señalan para la región paranaense (Argentina) un crecimiento diametral a los 7 años de 1,55 y 1,47 cm/año para *Enterolobium contrisiliquum* y *Bastardiopsis densiflora*, respectivamente. En el Amazonas brasileño (DÜNISCH *et al.*, 2002, citados por LOZADA *et al.*, 2003) se reporta un crecimiento de 1,4 cm/año para *Carapa guianensis* con una sobrevivencia del 80 %. FLORES *et al.* (2004) presentan resultados de plantaciones en fajas de enriquecimiento experimentales de 20 años de edad, en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt, Perú, con *Cedrelinga catenaeformis* de 1,6 cm/año de dap y 1,14 m/año de altura con una sobrevivencia del 54 % por ha. Pero aún no se posee la

información económica precisa, en cuanto a costos y rendimientos, para analizar los aspectos financieros de la producción.

VINCENT (2004) ha señalado la contradicción ecológica que implican las plantaciones en fajas y, en su lugar, propone un sistema de plantación de enriquecimiento económica y ambientalmente sostenible que imite los patrones de agricultura nómada practicada por los indígenas de la Guayana y que consiste en la realización de cortas totales a pequeña escala (1-5 ha), según una estricta selección de suelos-sitios, cuyas factibilidades ecológicas, operacionales y económicas deben ser evaluadas.

Aceptando la validez de las estimaciones para ambos tratamientos, se obtendrían 14 586 árboles con un volumen rollizo de 12 365 m³, cumpliendo con el número de árboles requeridos por el plan (14 535 árboles), mientras que el volumen presenta un déficit de 5 316 m³. Por otra parte, estas áreas no pueden ser aprovechadas hasta los 40 años, por lo que para el año 21 sólo se podrá aprovechar la superficie no tratada del compartimiento I (2 557 ha). Así, las cuotas exigidas para los años 21 y 41 deben ser redimensionadas.

Cuadro III.
Estimación de costos para los tratamientos silviculturales.

Año	Mejoramiento masa forestal remanente (480 ha)			Plantación en fajas de enriquecimiento (212 ha)			
	Actividad*	Costo/ha (USD)	Costo total (USD)	Actividad*	Costo/ha (USD)	Costo total (USD)	
1997							
		Culmina aprovechamiento					
2003	E y L1	16,23	7 790,70	E	110,50	23 534,95	
2004				Li	19,87	4 232,63	
2005				Li	19,87	4 232,63	
2006				Li	19,87	4 232,63	
2007				Li	19,87	4 232,63	
2008				Li	19,87	4 232,63	
2008				L 1	11,63	2 465,14	
2013	L 2	11,63	5 581,40				
2018				L 2	11,63	2 465,14	
2018				Ac	11,63	2 465,14	
2023	L 3	11,63	5 581,40				
2028				L 3	11,63	2 465,14	
2033	L 4	11,63	5 581,40				
2038				L 4	11,63	2 465,14	
2043	A	231,34	111 023,39	A	1 335,79	284 511,60	

* Actividades: E = establecimiento; L = liberaciones; Li = limpiezas; Ac = aclareo.
A = aprovechamiento.

Cuadro IV.
Flujo de fondos de operaciones para los tratamientos silviculturales.

Año	Mejoramiento masa forestal remanente			Plantación fajas de enriquecimiento		
	Costo (USD)	Ingresos (USD)	Beneficio (USD)	Costo (USD)	Ingresos (USD)	Beneficio (USD)
2003	7 790,70	0	-7 790,70	23 534,06	0	-23 534,06
2004				4 220,87	0	-4 220,87
2005				4 220,87	0	-4 220,87
2006				4 220,87	0	-4 220,87
2007				4 220,87	0	-4 220,87
2008				6 697,61	0	-6 697,61
2013	5 581,40	0	-5 581,40			
2018				4 953,48	0	-4 953,48
2023	5 581,40	0	-5 581,40			
2028				2 476,74	0	-2 476,74
2033	5 581,40	0	-5 581,40			
2038				2 476,74	0	-2 476,74
2043	111 023,26	565 651,16	454 637,20	284 500,8	1 654 075,16	1 369 574,36

Análisis financiero

En el Cuadro III se presenta una estimación de los costos para el MMFR (480 ha). Cabe señalar que el aprovechamiento del compartimiento 1 finalizó en 1997 y que en ese año debió establecerse el tratamiento; sin embargo, por inconvenientes administrativos se suspendieron las actividades hasta 2003, cuando se adelantó lo planificado en la silvicultura. Esta demora alteró las actividades planificadas en el Plan de Manejo y produjo efectos negativos con miras a la evaluación financiera del plan de tratamientos. Según el Cuadro II, el volumen a extraer de 3 470 m³, correspondiente a los árboles efectivos de las especies comerciales y potenciales, generará unos ingresos de 564 883 USD, asumiendo un precio de 163 USD/m³.

En el Cuadro III también se muestran los costos por actividad en las 213 ha tratadas mediante PFE. De las plantaciones se espera obtener un volumen rollizo de 8 891 m³ y, si se estima el precio de venta en 186 USD/m³, se obtendrán unos ingresos de 1 654 139 USD.

En el Cuadro IV se presenta el flujo de fondo de operaciones para MMFR. Con estos valores se calcularon los indicadores económicos actualizados al 2003, los resultados fueron los siguientes: un VAN de -5 476 USD y una relación B/C de 0,59 con una tasa de interés del 12 %, lo que indica que el proyecto no es rentable desde el punto de vista financiero. Asimismo, se muestra el flujo de fondo de operaciones para PFE: para una tasa de descuento del 12 %, el VAN es -24 444 USD y la relación B/C es de 0,47, lo que indica que el proyecto no es rentable.

En el Cuadro V se muestra el flujo de fondos de operaciones considerando ambos tratamientos en conjunto. Con estos valores el TIR fue del 9,29 %, mientras que el VAN para la tasa de interés del 12 % fue -29 920 USD y la relación B/C de 0,50. Esto indica que las actividades propuestas no son rentables.



Área tratamiento manejo de la masa forestal remanente.
Foto: J. G. Alzolay.



Plantación en faja de enriquecimiento (fecha: junio 2004).
Especie *Swietenia macrophylla*.
Foto: J. G. Alzolay.

Cuadro V.
Flujo de fondos de operaciones para los tratamientos en conjunto.

Año	Costos (USD)	Ingresos (USD)	Beneficio (USD)
2003	31 324,76	0	-31 324,76
2004	4 220,87	0	-4 220,87
2005	4 220,87	0	-4 220,87
2006	4 220,87	0	-4 220,87
2007	4 220,87	0	-4 220,87
2008	6 697,61	0	-6 697,61
2013	5 581,39	0	-5 581,39
2018	4 953,48	0	-4 953,48
2023	5 581,39	0	-5 581,39
2028	2 476,74	0	-2 476,74
2033	5 581,39	0	-5 581,39
2038	2 476,74	0	-2 476,74
2043	395 514,08	2 219 727,26	1 824 213,18

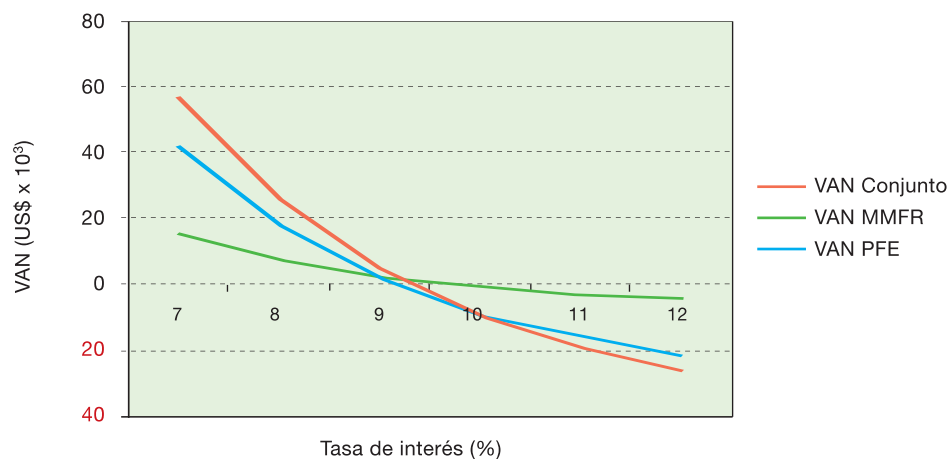


Figura 2.
Sensibilidad del valor actual neto (VAN) ante cambios de la tasa de interés.

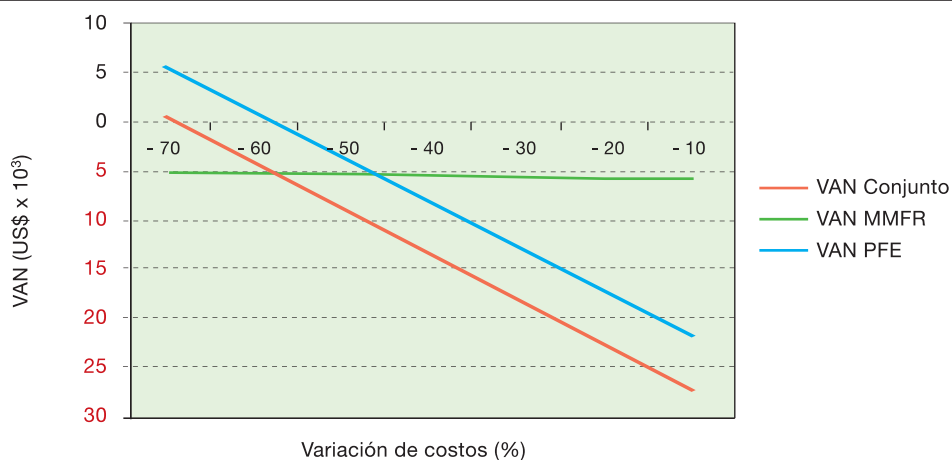


Figura 3.
Sensibilidad del VAN ante variaciones del costo de aprovechamiento.
MMFR: tratamiento de mejora de la masa forestal remanente; PFE: tratamiento de plantaciones en fajas de enriquecimiento.

Análisis de sensibilidad

En la Figura 2 se muestra la sensibilidad del VAN ante cambios en la tasa de interés. Se aprecia que el VAN en conjunto y el VAN para PFE es más sensible ante cambios en la tasa de interés que el VAN para MMFR. Sin embargo, para que en conjunto se obtenga un VAN positivo es necesario que la tasa de interés tenga un valor cercano a 9 %. En la Figura 3 se aprecia la sensibilidad del VAN ante variaciones de los costos; se refleja que es necesario una disminución del 70 % de todos los costos para que el VAN en conjunto sea positivo, situación muy difícil de alcanzar en la realidad; este resultado deja sin importancia cualquier posible imprecisión

en la obtención de los datos de costos reales utilizados en el análisis. Para que el VAN de PFE sea positivo es necesaria una disminución en costos cercana al 60 % y, para el VAN de MMFR, incluso con una disminución en costos del 70 %, se obtienen valores ligeramente negativos. En este sentido, algunos autores (RICE *et al.*, 2001) cuestionan la sostenibilidad financiera del manejo forestal, debido a las bajas tasas de cambio de la madera tropical, las bajas tasas de crecimiento de las especies comerciales y las altas tasas de descuento. Al respecto, BROWNDER *et al.* (1996) señalan a las altas tasas de interés a largo plazo como una de las restricciones más importantes.

Conclusiones y recomendaciones

El número de árboles producidos con los tratamientos de mejora de la masa forestal remanente (MMFR) y de plantaciones en fajas de enriquecimiento (PFE) es similar al aprovechado inicialmente; empero, el volumen obtenido es deficitario, incluso con proyecciones muy optimistas (particularmente para las PFE). Esto induce a pensar que en el caso particular del compartimiento 1, no se cumple con el principio de rendimiento sostenible en la cosecha. El turno teórico de 40 años es muy corto. Asimismo, los indicadores financieros demuestran que los trata-

Referencias

mientos silviculturales aplicados de la manera propuesta no son rentables. En el caso de MMFR las acciones silvícolas aportan poco beneficio en el crecimiento posterior, por lo que sería más ventajoso un aprovechamiento menos intenso en 1997, y una sola liberación (E y L1) más tarde, alrededor del 2007, para que los resultados financieros mejoren. En PFE los costos iniciales son altos, lo que repercute en la rentabilidad, a pesar de que se consideró un escenario muy optimista para el crecimiento y los ingresos.

Se deben revisar los fundamentos ecológicos y económicos de los tratamientos silviculturales propuestos para el manejo de los bosques de la Guayana venezolana y determinar si éstos garantizarán la productividad y permanencia del bosque a largo plazo. Para ello, se hace necesario elevar las inversiones en investigación y monitoreo pre y postcosecha. Particularmente, las estimaciones de recuperación y crecimiento del bosque posterior al aprovechamiento con y sin tratamiento.

Se recomienda alargar el ciclo de corta del MMFR (policíclico) a 40 años para sincronizarlo con el turno de las PFE (monocíclico); ello incluye la disminución del tamaño y el aumento del número de compartimientos, así como la reducción de la cuota anual. Además, se debe definir la "intensidad mínima de corta" económicamente viable por hectárea, es decir, donde se recuperen los costos de cosecha y los de manejo.

En cuanto a las PFE, las numerosas evaluaciones realizadas indican que éstas no producen rendimientos aceptables según los costos ambientales y financieros que conllevan. El dinero destinado a esta modalidad de plantación podría ser mejor invertido efectuando el monitoreo de la regeneración, el estudio autoecológico de las especies de interés, ensayos de especies y nuevas modalidades de plantación.

ADJERS 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 humid tropics of Southeast Asia: latest developments. XXI IUFRO World Congress. Kuala Lumpur, Malasia, vol. 1, 201-210.

BERTAULT J., DUPUY B., MAITRE H.-F., 1995. La silvicultura para la ordenación sostenible del bosque tropical húmedo. *Unasyva*, 181(46): 3-9.

BROWNDER J., TRONDOLI E., SOARES W., 1996. Is sustainable tropical timber production financially viable? A comparative analysis of mahogany silviculture among small farmers in the Brazilian amazon. *Ecological Economics*, 16: 147-159.

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

ELABORACIÓN DE MADERA BOSCO, 2003. Informe tratamiento de la masa forestal remanente. Lote boscoso El Dorado Tumeremo, 46 p.

ELABORACIÓN DE MADERA BOSCO C.A., 1995. Plan de ordenación y manejo forestal de la unidad única del lote boscoso El Dorado Tumeremo. Caracas, Venezuela, 543 p.

ELABORACIÓN DE MADERA BOSCO C.A., 1996. Plan de corta anual (lapso 1996-1997). Compartimiento 1 Lote Boscoso El Dorado Tumeremo, 223 p.

FINOL H., 1995. Planificación silvicultural de la Unidad de Manejo Forestal Única del Lote Boscoso El Dorado Tumeremo. Caracas, Venezuela, 120 p.

FLORES Y., UGALDE L., GALLOWAY G., CARRERA F., 2004. Crecimiento y productividad de plantaciones de seis especies forestales nativas de 20 años de edad en el bosque Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana. *Recursos Naturales y Ambiente*, 41: 111-121.

GÓMEZ-POMPA, BURLEY F. W., 1991. The management of natural tropical forests. *In: Rain forest regeneration and management*. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley (ed.). Paris, Francia, 457 p.

LOZADA J., MORENO J., SUESCÚN R., 2003. Plantaciones en fajas de enriquecimiento. Experiencias en cuatro unidades de manejo forestal de la Guayana Venezolana. *Interciencia*, (28): 568-575.

MAÍTRE H.-F., 1991. Silvicultural interventions and their effects on forest dynamics and production in some rain forests of Côte-d'Ivoire. *In: Rain forest regeneration and management*. Gómez-Pompa, T.C. Whitmore and M. Hadley (ed.). Paris, Francia, 457p.

NOGUERA O., ANDRADE V., CARRERO O., 2004. Evaluación financiera del primero y segundo ciclo de corta en el compartimiento uno del Lote Boscoso El Dorado-Tumeremo, Estado Bolívar, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 48 (2).

PLONCZAK M., 2005. Método integrado para la planificación silvicultural del bosque natural con fines de manejo. Capítulo 6. *In: Desarrollo Sustentable del Bosque Húmedo Tropical*. L. Hernández y N. Valero (ed.). Puerto Ordaz, Venezuela, 278 p.

RICE R., SUGAL C., RATRAY S., DA FONSECA G., 2001. Sustainable forest management: a review of conventional wisdom. *Advances in Applied Biodiversity Science* 3. CABS/Conservation International. Washington, Estados Unidos.

RODRÍGUEZ L., PLONCZAK M., JEREZ M., JAIMEZ R., 1998. Hacia un manejo forestal en Venezuela en el marco del desarrollo sostenible. *Revista Forestal Latinoamericana*, (24): 15-32.

VINCENT L., JEREZ M., 1996. El coeficiente de efectividad de plantación: propuesta de una variable para evaluación de plantaciones en líneas. *Revista For. Venezolana*, 40 (1): 69-75.

VINCENT L., 2004. A tropical forest minimum impact management system. *Bois et Forêts des Tropiques*, 279: 88-90.