

SOSTENIBILIDAD DEL MANEJO DE BOSQUES NATURALES: resultados sobre la factibilidad ecológica y económica en Costa Rica

José Joaquín Campos Arce¹, Bryan Finegan², Marlen Camacho³ y David Quirós⁴

RESUMEN

Se analiza la sostenibilidad del manejo de bosques naturales en Costa Rica, con base en resultados sobre rentabilidad e impacto del manejo en la biodiversidad vegetal. Se encontró que para lograr una rentabilidad mínima atractiva, el área y volumen mínimo a aprovechar debe ser 30 ha y 10-15 m³ ha⁻¹ respectivamente. Los tratamientos post-aprovechamiento favorecieron el crecimiento, especialmente de especies comerciales. En áreas directamente afectadas por las operaciones forestales, se favoreció las especies colonizadoras de sitios perturbados. Simulaciones ensayadas con el modelo SIRENA II, sugieren que las mejores posibilidades para la sostenibilidad del manejo de un bosque de la Zona Norte del país, se logran cuando se aplica: un aprovechamiento de intensidad moderada; tratamientos post-aprovechamiento para mantener una composición adecuada de especies comerciales; y un ciclo de corta de 20 años.

Manejo Forestal; Bosques Naturales; Sostenibilidad; Simulaciones; Costa Rica.

ABSTRACT

The sustainability of natural forest management in Costa Rica is discussed based on results about the economic feasibility and impact of forest operations on plant biodiversity. It was found that at least 30 ha y 10-15 m³ ha⁻¹ should be harvested in order to make it economically attractive. Post-harvesting treatments increased growth, especially for commercial species; species that colonised disturbed sites were favoured in areas directly affected by forest operations. Simulations tested using the SIRENA II model, suggest better possibilities for achieving sustainability in managing a natural forest in Costa Rica when: a moderate harvesting is implemented; post-harvesting treatments are prescribed in order to maintain an appropriate composition of commercial species; and a cutting cycle of 20 years is selected.

Forest Management; Natural Forests; Sustainability; Simulations; Costa Rica.

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la sostenibilidad del manejo de los bosques naturales tropicales es, sin duda, el tema que ha captado la mayor

¹ Coordinador, Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Ph.D. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

² Profesor Investigador, Unidad de Manejo de Bosques Naturales. Ph.D. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

³ Investigadora Asistente, Unidad de Manejo de Bosques Naturales. M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

⁴ Asistente de Investigación, Unidad de Manejo de Bosques Naturales. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

atención de investigadores, conservacionistas, decisores políticos y empresarios forestales. Más aún, algunos pronostican que, dada la magnitud de los problemas que sufrirá el planeta durante el inicio del nuevo milenio (crecimiento de la población, polarización en la distribución de la riqueza, epidemias, etc.), el ambiente será el tema más importante en la arena de las relaciones internacionales. La tendencia es hacia una sociedad cada vez más interesada en las formas de uso de los recursos naturales.

Estudios de mercado realizados en países desarrollados permiten asegurar que, en los próximos años, los estándares éticos, los compromisos morales y el desempeño ambiental, serán parte integral de las estrategias corporativas y elementos fundamentales para posicionar la industria en el mercado (Elliot 1996). El sector forestal, con sus componentes empresarial, gubernamental y académico, debe estar preparado para ser competitivo en este nuevo entorno.

Por otro lado, hay un consenso general acerca de que el tamaño de las áreas protegidas no es suficiente para lograr los objetivos de conservación de la biodiversidad, especialmente si desaparecen los bosques que actualmente funcionan como áreas de amortiguamiento. Las estrategias de conservación deben contemplar, entonces, extensiones mayores de bosque bajo diversas formas de manejo sostenible.

La OIMT ha establecido como meta para el año 2000, que toda la madera comercializada por sus países miembros, provenga de fuentes manejadas de una manera sostenible. El debate se está enfocando alrededor de como lograr el manejo forestal sostenible (MFS).

A continuación se presentarán los resultados de una década de investigación en un bosque natural en Costa Rica, relacionados con el efecto del aprovechamiento y los tratamientos en la rentabilidad del MFS (Quirós y Gómez, 1998), sobre el crecimiento del bosque (Camacho y Finegan 1997), y sobre la biodiversidad vegetal (Delgado et al. 1997).

2 SOSTENIBILIDAD FINANCIERA DEL MANEJO FORESTAL

Como ya se mencionó, uno de los elementos fundamentales para promover el MFS a gran escala, es la sostenibilidad financiera de esta actividad. En primer lugar, se debe tener en cuenta que el MFS es una opción de uso de la tierra que debe competir favorablemente con los usos alternativos que han contribuido a la pérdida de la cobertura boscosa del país. Por otra parte, siendo el MFS una actividad económica a largo plazo, interesa que la sostenibilidad financiera sea también a largo plazo. Si bien en el corto plazo es más rentable la explotación forestal que no tiene en cuenta el estado futuro del bosque, es obvio que este tipo de uso debe estar fuera de toda consideración en un esquema de desarrollo sostenible. Davies (1997) hace un análisis comparativo detallado de estas dos formas de uso del bosque natural en Costa Rica.

La rentabilidad del MFS está asociada a muchos factores dentro y fuera del bosque. Entre los principales factores asociados al bosque mismo están el área total de bosque a aprovechar, el volumen y la

calidad de la madera que se extrae, y la accesibilidad del bosque. De acuerdo con Méndez (1996), el factor que más contribuye a elevar los costos en la fase de aprovechamiento es la mano de obra; el recurso humano representa cerca de una tercera parte del costo total de esta fase. Además, como en cualquier otra actividad económica, el conocimiento del mercado es uno de los factores que más influye en la rentabilidad del MFS. Estos dos elementos evidencian la importancia de contar con una planificación adecuada para mejorar la rentabilidad del MFS.

Quirós y Gómez (1998) demuestran la rentabilidad de un aprovechamiento forestal de bajo impacto realizado en un área de apenas 23 ha, extrayendo únicamente $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de especies clasificadas como madera semidura. Sin embargo, debe considerarse que estos análisis se realizaron utilizando una tasa de descuento del 5%, y que las condiciones de acceso al bosque eran muy favorables.

Otro estudio realizado por Méndez (1996) en varias fincas de la Zona Norte, concluye que si el MFS no incluye la aplicación de tratamientos silviculturales, la rentabilidad promedio, vendiendo la madera en pie, sería del 10%, y que ésta se duplica, si se vende la madera en patio de aserradero. El mismo estudio concluye que si se aplican tratamientos silviculturales, el MFS sólo sería rentable si se reciben incentivos estatales (CAFMA).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Quirós y Gómez (1998) y contrario a la tendencia general, la mayor rentabilidad se obtuvo al vender la madera en pie. Esto, según el autor, se debió al alto costo asignado a la mano de obra (que, como se indicó antes, representa casi una tercera parte de los costos totales); a que durante el aprovechamiento se presentó un período de lluvias fuertes que dificultó las operaciones; y finalmente, a que toda la madera extraída se clasificó como semidura.

Carrera (1993) y Méndez (1996) encontraron que, por el contrario, el ingreso neto recibido por los propietarios de bosque que vendieron la madera en aserradero fue de dos a tres veces superior al recibido por los que vendieron la madera en pie. Según Méndez (1996), el margen de ganancia obtenido en la comercialización de la madera en troza en la Zona Norte de Costa Rica, puede alcanzar hasta casi la mitad del precio de la madera en pie. Sin embargo, no es fácil que el propietario del bosque reciba este margen, ya que para esto se requiere tener un buen conocimiento del negocio, en varios aspectos como: mercado de la madera, gestiones administrativas y contratación del personal requerido (Méndez 1996).

En este sentido, son muy valiosos los mecanismos de apoyo que diversas organizaciones están ofreciendo a los propietarios de bosques para la comercialización de la madera. Otros mecanismos innovadores de organización de los productores forestales podrían aprovechar las economías de escala en las etapas de planificación y ejecución del MFS y en la comercialización de los productos forestales, y así mejorar substancialmente la rentabilidad de esta actividad.

Para las Zonas Norte y Atlántica de Costa Rica, Quirós y Gómez (1998) indican que el volumen mínimo que se debe extraer para que la

actividad sea rentable es de alrededor de $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Por otro lado, Méndez (1996) concluye que para alcanzar una rentabilidad más atractiva (24%), sería necesario aprovechar el doble ($21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Todos estos casos consideran la venta de la madera en pie y no incluyen los costos de aplicación de tratamientos silviculturales, ni los incentivos CAFMA. Otros consideran que el volumen mínimo que debe extraerse para que la actividad sea atractiva en la Zona Norte de Costa Rica es de alrededor de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (J. Davies y R. de Camino, *comunicación personal*).

Los resultados encontrados hasta ahora, indican que la aplicación de tratamientos silviculturales post-aprovechamiento reduce significativamente la rentabilidad del MFS. Según estas proyecciones, desde el punto de vista financiero sólo se podrían aplicar tratamientos silviculturales si se reciben los incentivos CAFMA (Méndez 1996 y J. Davies *comunicación personal*); porque, aunque su costo es relativamente bajo, la recuperación de la inversión es a muy largo plazo.

De acuerdo con Méndez (1996), si se aplican tratamientos silviculturales y se reciben los CAFMA, la rentabilidad del MFS supera fácilmente el 24%. Sin embargo, si no se reciben los CAFMA, sería necesario vender en pie alrededor de $250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para obtener una rentabilidad del 24%. Si la madera se vende en el aserradero, el volumen aprovechable se reduce a poco más de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, que es todavía muy alto y sólo podría alcanzarse con turnos tan largos que harían la actividad poco atractiva.

3 EL MFS Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE

Las investigaciones en este campo han sido conducidas en una serie de parcelas permanentes, cuyas características se resumen en las siguientes líneas:

<i>Diseño experimental</i>	3 niveles de intervención x 3 repeticiones
<i>Tamaño de PPM</i>	3.24 ha total y 1 ha efectiva
<i>Area total del ensayo</i>	29.2 ha
<i>Niveles de intervención:</i>	1. <i>Aprovechamiento</i> (1989-1990; extrayendo 4 árb.ha ⁻¹ y 1.3 m ² ha ⁻¹)
	2. <i>Aprovechamiento + Liberación</i>
	3. <i>Aprovechamiento + Dosel protector</i>

3.1 Efecto de las intervenciones en el crecimiento del bosque

Los valores de área basal original (entre 22 y 25 m²ha⁻¹) encontrados en este sitio son similares a los reportados para otros bosques en la misma zona de vida (Camacho y Finegan 1997). Después de las intervenciones, y tal como era de esperar, las diferencias fueron marcadas, con 24 m²ha⁻¹ en las parcelas solo aprovechadas y entre 19 a 21 m²ha⁻¹ en las que recibieron tratamiento silvicultural.

Cuadro 2: Efecto de las intervenciones silviculturales en el crecimiento diamétrico para todas las especies y sólo para las especies comerciales (mm) en los ensayos en Tirimbina Rain Forest Center (Sarapiquí). Fuente: Camacho y Finegan (1997).

	1990-1993					1993-1996				
	Aprov	Lib.	Dosel	X ² *	P	Aprov	Lib.	Dosel	X ² *	P
Todas las especies	3	3	3	0.603	0.739	2	4	3	6.742	0.034
No comerciales	2	2	2	0.630	0.734	1	3	2	3.466	0.178
Comerciales	5	5	6	2.111	0.348	4	7	6	6.764	0.033

* Prueba de Kruskal-Wallis / P: probabilidad / N = 3 repeticiones por tratamiento.

El Cuadro 2 muestra que el mayor crecimiento diamétrico ocurre en las especies comerciales. Esto es particularmente importante si consideramos que las pruebas estadísticas de los incrementos diamétricos medianos antes de las intervenciones (1988-90) no revelaron diferencias significativas entre estas categorías de especies, lo que fortalece la suposición de que las intervenciones

silviculturales favorecen el crecimiento de las especies comerciales. Para el período posterior al aprovechamiento y los tratamientos silviculturales (1993-96), las diferencias entre los diferentes niveles de intervención fueron más marcadas. Las parcelas que recibieron tratamiento silvicultural presentaron los mayores crecimientos en todas las especies; este efecto fue mayor con el tratamiento de liberación (4 mm año⁻¹) comparado al de dosel protector (3 mm año⁻¹); y fue aún mayor en el caso de las especies comerciales, donde se observaron incrementos de 7 mm año⁻¹ y 6 mm año⁻¹ para la liberación y el dosel superior, respectivamente.

Al efecto positivo del aprovechamiento sobre el crecimiento diamétrico del bosque, se debe agregar el efecto del tratamiento silvicultural. En Tirimbina se observó que las especies comerciales en las parcelas que recibieron el tratamiento de liberación y de dosel protector crecieron, en promedio, 75% y 50% más, respectivamente, en relación con las que solo fueron aprovechadas. Como es lo deseado por el silvicultor, este efecto no fue tan evidente en las especies no comerciales (50% y 0% respectivamente para liberación y dosel protector). Se puede esperar que el efecto positivo de las intervenciones vaya reduciéndose con el tiempo, al aumentar el área basal del bosque.

La respuesta de estos bosques a las intervenciones silviculturales realizadas, confirma las expectativas del silvicultor y los resultados obtenidos en otras investigaciones en bosques húmedos de América tropical (Hutchinson y Wadsworth, sin publicar; Mejía 1994 y Silva et al. citados por Camacho y Finegan 1997).

3.2 Efecto de las intervenciones en la biodiversidad vegetal

Aún conociendo el efecto positivo de las intervenciones silviculturales en el crecimiento del bosque, es importante conocer su efecto en la biodiversidad del ecosistema. Con este fin, se analizan los resultados preliminares de un estudio del impacto de estas intervenciones en la biodiversidad vegetal, que está desarrollándose también en Tirimbina, dentro del mismo ensayo que se describió en la sección anterior (Delgado et al. 1997)

En 1994 se instalaron 160 subparcelas de 5 m x 5 m, distribuidas aleatoriamente en dos de las tres repeticiones de las parcelas aprovechadas e igual número en otras dos de las parcelas liberadas. En estas subparcelas se registraron e identificaron todos los individuos ≥ 2.5 cm de dap de árboles, arbustos, lianas, palmas y algunas hierbas.

Las subparcelas se midieron en 1994 y en 1996, cuando además se instalaron otras 160 subparcelas en la tercera repetición de las parcelas aprovechada y liberada.

Cada subparcela se clasificó según su ubicación en cuatro tipos de hábitat: camino, orilla de camino, claro y bosque no perturbado, con el fin de conocer cómo afecta el mosaico de ambientes que resultan de la intervención del bosque, la riqueza, diversidad y composición florística.



En el período 1994-96 se observó un mayor dinamismo en el bosque liberado; aunque la mortalidad del bosque aprovechado y del liberado fue prácticamente la misma, la tasa de reclutamiento del bosque liberado fue mayor (22% vrs. 10%), dando como resultado una ganancia neta de individuos ≥ 2.5 cm de dap en el bosque liberado. También se observó en el bosque liberado un incremento en el número de especies, mientras que con el bosque aprovechado ocurrió lo contrario. El balance entre especies desaparecidas y reclutadas llevó a que en 1996 ambos tratamientos alcanzaran el mismo número de especies (234), aunque en 1994 se registró en el bosque aprovechado un 8% más de especies. A pesar de las diferencias observadas entre el bosque aprovechado y el liberado en el reclutamiento de individuos y de especies, la prueba de Tukey ($P > 0.05$; $n=6$) no detectó diferencias estadísticamente significativas.

Una tercera parte de las especies reclutadas en el bosque liberado corresponden a un grupo que demanda mucha luz, que incluye, *Croton smithianus*, *C. obtusifolia*, *Laetia procera*, *Simarouba amara*, *Heliconia pogonantha* (herbácea) y *Cyathia microdontha* (helecho arborescente), y especies asociadas con perturbaciones como *Casearia arborea*, *Ferdinandusa panamensis*, *Miconia spp.*, *Piper spp.*, *Psychotria elata*, *P. luxurians* y *P. panamensis*. Todas estas especies se establecieron en los caminos o en sus orillas. La misma prueba de Tukey detectó diferencias significativas entre hábitats para la riqueza de especies y abundancia de individuos. Los promedios fueron mayores en el hábitat no perturbado, con respecto a los hábitats camino y claro.

Estos resultados indican que durante el desarrollo del estudio, se presentó un efecto significativo de las intervenciones en el número de especies e individuos entre hábitats (no perturbado vrs. camino y orilla de camino). Sin embargo, las diferencias entre bosque aprovechado y liberado no fueron significativas. Se observó que la intervención favorece a las especies colonizadoras de sitios perturbados.

Guariguata y Dupuy (1997), en un estudio de regeneración de latizales y fustales en tres hábitats (caminos, orillas de camino y bosque perturbado) en bosques aprovechados bajo el madereo tradicional 12-17 años atrás en la zona de Sarapiquí, encontraron que la mayor densidad de individuos ocurrió en la orilla de caminos. La riqueza de especies, medida por el IVI, fue mayor en el bosque perturbado y menor en los caminos, con valores intermedios en la orilla de caminos; los caminos también presentaron la menor densidad de individuos y área basal. Los autores estiman que el tiempo de recuperación (a niveles del bosque perturbado) del área basal sería de alrededor de 80 años, y mucho mayor para la riqueza de especies. Sugieren que, por la uniformidad en estructura y composición de especies, los caminos podrían servir como corredores y jugar así un papel ecológico especial en los bosques perturbados por el madereo.

4 SIMULACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS INTERVENCIONES SILVICULTURALES

Para tener una idea del posible efecto a largo plazo de diferentes grados de intervención silvicultural en el bosque, se simularon varios escenarios de manejo, empleando el modelo SIRENA, alimentado con datos del sitio Tirimbina analizado en las secciones anteriores.

Se simularon tres intensidades de aprovechamiento, combinadas con dos opciones de tratamientos silviculturales post-aprovechamiento. En todos los casos el ciclo de corta fue de 15 años.

Las intensidades de aprovechamiento simuladas fueron las siguientes:

- leve $1.6 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (aprox. $12 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$)
- moderado $2.5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (aprox. $16 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$)
- fuerte $3.2 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (aprox. $18 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$)

Las opciones de tratamientos simuladas fueron:

Opción 1:

- 1° y 2° ciclo: **25% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 50% de individuos no comerciales entre 10-40 cm dap y 20% de gavilanes ≥ 10 cm; eliminación por refinamiento del 75% de individuos no comerciales ≥ 40 cm y todos los árboles defectuosos de especies comerciales.
- 3° y 4° ciclo: **10% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 30% de individuos no comerciales entre 10-40 cm dap y 10% de gavilanes ≥ 10 cm; eliminación por refinamiento del 60% de individuos no comerciales ≥ 40 cm.
- 5° ciclo⁺: **5% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 30% de individuos no comerciales entre 10-40 cm dap; eliminación por refinamiento del 60% de individuos no comerciales ≥ 40 cm.

Opción 2:

- 1° y 2° ciclo: **30% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 60% de individuos no comerciales entre 10-40 cm dap y de árboles defectuosos de especies comerciales; eliminación por refinamiento del 80% de individuos no comerciales ≥ 40 cm.
- 3° y 4° ciclo: **10% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 50% de individuos no comerciales entre 10-40 cm dap; eliminación por refinamiento del 30% de especies no comerciales ≥ 40 cm.
- 5° ciclo⁺: **5% de reducción del área basal total**; eliminación por liberación del 30% de individuos no comerciales entre 10-30 cm dap.

En las diferentes simulaciones, la mejor opción sin tratamiento fue el aprovechamiento moderado (Figura 1^a). Se puede observar que la posibilidad de corta proyectada (aprox. $20-24 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) es siempre superior al volumen establecido para extracción ($16 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). Sin embargo, el crecimiento en volumen de las especies comerciales se ve menos favorecido que el de las especies no comerciales, lo que podría sugerir la necesidad de un tratamiento post-aprovechamiento.

La mejor opción con tratamiento resultó de la combinación del aprovechamiento moderado con la opción 2 del tratamiento silvicultural (Figura 1b). En este escenario, los aprovechamientos

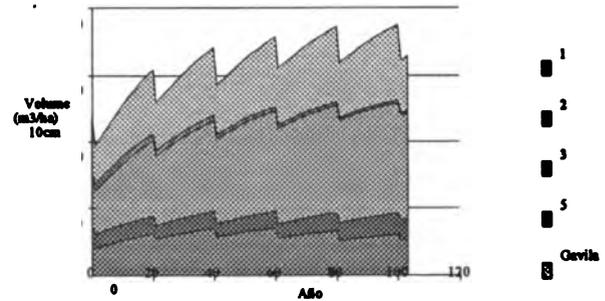
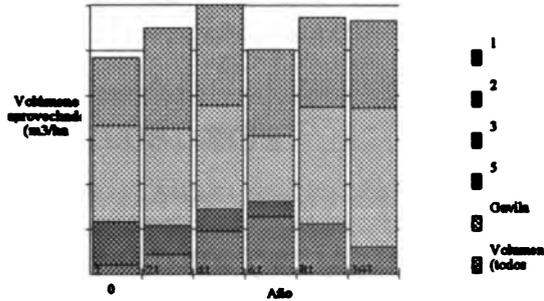
del 1° al 4° ciclo se basan en la extracción de 60% del volumen comercial (≥ 60 cm dap). A partir del 5° ciclo se extrae gabilán y especies aceptables en un 70% y deseables en un 10%. La posibilidad de corta proyectada es superior a los $24 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, con excepción de los ciclos 5° y 6°. Además, a través del tiempo, se logra incrementar el volumen de todos los grupos de especies comerciales y mantener bajo el volumen de las especies no comerciales.

Sin embargo, el análisis de estas simulaciones debe tener en cuenta las restricciones que, como cualquier aplicación de técnicas de modelaje, conllevan un alto grado de error. Por otro lado, SIRENA no simula del todo el efecto del tratamiento en el aumento del crecimiento, sino que más bien lo considera como el mismo efecto del aprovechamiento, lo que es incorrecto. Con base en los resultados discutidos en la sección 3.1, podemos concluir entonces que estas simulaciones subestiman los crecimientos proyectados, y que las proyecciones de daños dadas por SIRENA sean superiores a los valores reales obtenidos en Tirimbina. Esto también podría llevar a subestimaciones del crecimiento del bosque en los ciclos posteriores.

**Aprovechamiento Moderado
Sin Tratamiento Silvicultural**
(Ciclo de corta: 20 años)

Volumen aprovechable

Volumen total



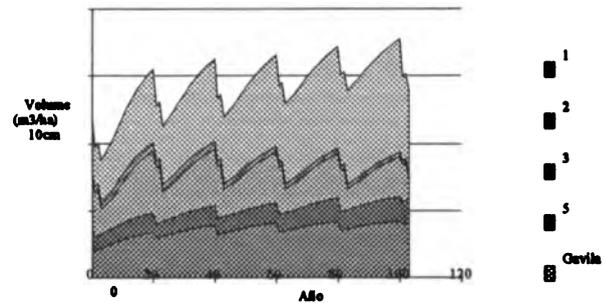
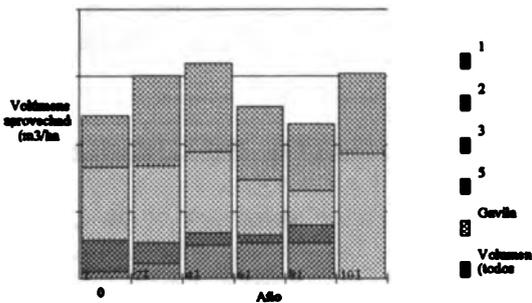
(1) especies aceptables; (2) deseables; gabilán y volumen dañado

especies aceptables (1); deseables (2); no comerciales (3); palmas (5); desconocidas (9); y gabilán

**Aprovechamiento Moderado
Con Tratamiento Silvicultural**
(Ciclo de corta: 20 años)

Volumen aprovechable

Volumen total



(1) especies aceptables; (2) deseables; gabilán y volumen dañado

especies aceptables (1); deseables (2); no comerciales (3); palmas (5); desconocidas (9); y gabilán

Figura 1. Simulaciones de diferentes alternativas de MFS para el bosque de la Tirimbina Rain Forest Center, Sarapiquí, utilizando el programa SIRENA II.

Las proyecciones de estas simulaciones, parecen confirmar los resultados expuestos en la sección 2. Si se comparan las posibilidades de corta obtenidas con los volúmenes requeridos para obtener una rentabilidad atractiva, podría pensarse que las operaciones de manejo forestal no necesitarán del ingreso adicional de recursos si sólo se realiza el aprovechamiento forestal y no se aplican tratamientos post-aprovechamiento. Si se aplicaran estos tratamientos, deberá contarse con ingresos adicionales, como el pago de los incentivos CAFMA.

5 CONCLUSIONES

Los resultados encontrados hasta ahora indican que la aplicación de tratamientos silviculturales post-aprovechamiento reduce significativamente la rentabilidad del MFS. Desde el punto de vista financiero, en los bosques de las zonas norte y atlántica de Costa Rica se puede aplicar tratamientos silviculturales solo si se reciben los incentivos del Estado (CAF-MA). En este sentido, la Ley Forestal de Costa Rica ha incluido el pago por servicios ambientales que brindan los bosques. El desafío ahora es hacer funcionar este mecanismo de manera que incentive el MFS.

Por otra parte, se sugiere que los tratamientos silviculturales post-aprovechamiento permiten lograr un efecto significativo en el crecimiento de la masa comercial, y al mismo tiempo, no causan un impacto negativo en la integridad del ecosistema.

Las simulaciones ensayadas indican que el aprovechamientos moderado y ciclos de corta de 20 años pueden permitir una producción sostenible de madera; mientras que los tratamientos silviculturales post-cosecha tienen el objetivo de mantener una composición adecuada de especies comerciales, a lo largo de varios ciclos.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Camacho, M.; Finegan B. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: el crecimiento diamétrico, con énfasis en el rodal comercial. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba. 38 p.

Carrera, F. 1993. Análisis de costos y rendimientos en operaciones de aprovechamiento y tratamiento silvícola en un bosque primario en Costa Rica. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. ?? p. + anexos.

Davies, J. 1997. Guía para el análisis financiero de planes de manejo de bosques naturales: primer borrador. Proyecto de Manejo Integrado del Bosque Natural (ODA/MINAE/CODEFORSA/PACTO/ITCR). Costa Rica. 192 p. Sin publicar.

Delgado, D.; Finegan, B.; Zamora, N. y Mair, P. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: cambios en la riqueza y composición de la vegetación. . Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba. 44 p

Elliot, C. 1996. WWF Guide to Forest Certification 1996. WWF International. Published by WWF-U.K. U.K. 36 P.

Guariguata, M.R.; Dupuy, J.M. 1997. Forest regeneration in abandoned logging roads in lowland Costa Rica. Biotropica 29 (1): 15-28.

Méndez, J.A. 1996. Determinación de la rentabilidad financiera del manejo del bosque natural en la Zona Norte de Costa Rica, en fincas propiedad de asociados de CODEFORSA. Tesis Mg. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 88 p. + anexos.

Quirós, D.; Gómez, M. 1998. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: análisis financiero. Informe Técnico 303, CATIE, Turrialba. 22 p.