Recursos Naturales y Ambiente/no. 46-47:89-98

La certificación forestal y el pago por servicios ambientales como mecanismos de promoción del manejo sostenible de bosques naturales en Costa Rica[1]

Sara Yalle Paredes
MINAG-INRENA
syalle@inrena.gob.pe
syalle@catie.ac.cr
José Joaquín Campos
CATIE. jcampos@catie.ac.cr
Bastiaan Louman
CATIE. blouman@catie.ac.cr

Foto: Sara Yalle.

Un adecuado manejo forestal es más que la suma de elementos técnicos de planificación y operatividad; es la integración de herramientas o mecanismos como el pago por servicios ambientales y la certificación forestal voluntaria que ayuden a internalizar los beneficios de un buen manejo forestal para asegurar la sostenibilidad del bosque.

[1] Basado en Yalle, S. 2003. Desempeño ambiental de la certificación forestal y el pago por servicios ambientales como mecanismos de promoción del manejo sostenible de bosques naturales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p.

Resumen

A pesar de que se reconocen como instrumentos imprescindibles para avanzar en el manejo forestal sostenible, en Costa Rica se desconocen los verdaderos impactos del pago por servicios ambientales (PSA) y la certificación forestal voluntaria (CFV). El objetivo del presente estudio fue evaluar su efecto en el desempeño ambiental del manejo de bosques naturales con fines de producción de madera. Para la investigación se empleó una metodología basada en criterios e indicadores para el principio 6 de los estándares nacionales de evaluación del manejo forestal sostenible y una propuesta para el monitoreo biológico. El estándar final estuvo conformado por dos criterios y nueve indicadores y se aplicaron en 30 unidades de manejo forestal (UMF) con cuatro tratamientos: PSA, CFV, PSA-CFV y tratamiento testigo.

En general, los valores del impacto total sobre el bosque productor para todos los tratamientos se encuentran muy por debajo de los límites establecidos en el estándar nacional (25%).

El análisis estadístico mostró un mejor desempeño en las UMF con CFV y PSA-CFV que en las del testigo (Pr>F=0.022). Las variables más relevantes que influyen en los resultados se relacionan con elementos de protección y control de los procesos de erosión hídrica, cuidados durante el aprovechamiento y cumplimiento de las actividades de cierre del aprovechamiento. Por otra parte, las UMF regentadas por ONG resultaron con mejor desempeño en el manejo forestal debido a una mayor eficiencia en las actividades de planificación y ejecución del aprovechamiento forestal, así como mejor control y protección de la UMF después del aprovechamiento.

Palabras claves: Bosque natural; manejo forestal; aprovechamiento forestal; pago por servicios ambientales; certificación forestal; impacto ambiental; Costa Rica.

Summary

Forest certification and enviromental services payment as mechanisms for the promotion of sustainable management of natural forest in Costa Rica. Even though they are considered vital to implement sustainable forest management, real impacts of environmental service payment (PSA) and voluntary forest certification (CFV) are unknown in Costa Rica. This study pretended to assess PSA and CFV impacts on environmental performance of natural forests managed for wood production. A methodology based on criteria and indicators for the National Standard's Principle 6, and for biological monitoring was used. The final standard had two criteria and nine indicators, and was applied to 30 forest management units (FMU) divided into four treatments: PSA, CFV, PSA-CFV, and control.

In general, impact values of all treatments were under the limits defined by the National Standard (25%).

Statistics showed better performance of FMU with CFV and PSA-CFV (Pr>F=0.022). The most relevant variables were those related to protection and control of erosion, careful logging, and post-logging closure. FMU managed by NGOs showed better environmental performance, and better post-logging control and protection.

Keywords: Natural forest; forest management; logging; payment of enviromental services; forest certification; environmental impact; Costa Rica.

El Estado costarricense, en su papel de promotor de la conservación de los recursos forestales, se ha comprometido con la búsqueda y el establecimiento de mecanismos efectivos que garanticen prácticas adecuadas de manejo forestal. En el año 1996, con la promulgación de la Ley Forestal 7575, Costa Rica reconoció y estableció el pago por servicios ambientales (PSA) a los dueños de los bosques. Este pago permite a los responsables del manejo internalizar los beneficios económicos de la mitigación de impactos ambientales (Campos *et al.* 2001).

La certificación forestal voluntaria (CFV) también se viene aplicando en Costa Rica desde 1996, como mecanismo que contribuya a la conservación de los recursos forestales a través de un mejor desempeño del manejo forestal. En los últimos años, ambos mecanismos (PSA y CFV) han ganado fuerza en el ámbito nacional y se han perfilado como temas relevantes en la estrategia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad; sin embargo, todavía se desconocen sus verdaderos impactos. Este estudio pretende, entonces, dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el efecto de la certificación forestal y del pago por servicios ambientales en el desempeño ambiental del manejo sostenible de bosques naturales? ¿Cuál es el estado del bosque en los diferentes escenarios del manejo forestal sostenible?

El estudio se desarrolló en las zonas Norte y Atlántica de Costa Rica, desde la Cordillera Volcánica Central hasta la frontera con Nicaragua, en las áreas de conservación Tortuguero, Huetar Norte y Cordillera Volcánica Central, las cuales cubren una extensión aproximada de 1,5 millones de hectáreas, el 30% de la superficie del país.

Materiales y métodos

La evaluación del desempeño ambiental se realizó en 30 unidades de manejo forestal (UMF) seleccionadas con base en los siguientes criterios: tamaño o superficie efectiva de manejo (no menor de 15 ha ni mayor de 150 ha); rango altitudinal entre 50 – 600 msnm; con regente (de preferencia asociado a una ONG); periodo de aprovechamiento (entre 1999 y 2002) y accesibilidad. Algunas de las UMF estaban además sometidas al régimen forestal con y sin mecanismos de promoción. La evaluación se realizó en dos fases: en oficina y en el campo.

Evaluación en oficina

Se recopiló información de fuentes secundarias (planes de manejo, informes de regencia, inspecciones oculares del Ministerio del Ambiente y Energía, resoluciones…). Se tomaron en cuenta las siguientes variables:

- Características de las UMF antes del aprovechamiento: tamaño, rango altitudinal, tipo de bosque, nombre del regente (asociado a una ONG o independiente), área basal y número de individuos (antes del aprovechamiento), estado del bosque (sin intervención o intervenido).
- Planificación y cuidados de las operaciones de aprovechamiento: ubicación de caminos, pistas y patios de acopio; dibujo de curvas de nivel; ubicación de árboles de cosecha, remanentes y en veda; identificación y demarcación de zonas de protección; ubicación de redes hidrográficas; señalización de caída de árboles y modificación de caminos.
- Intensidad del aprovechamiento, monitoreo y supervisión, control y protección de las UMF: intensidad del aprovechamiento, monitoreo y evaluación; colocación de rótulos, vigilancia, corta de madera no autorizada y cacería.

Foto: Sara Yalle.

El valor promedio del impacto por caminos no sobrepasó la norma establecida por el estándar nacional

Evaluación de campo

Para la evaluación de campo se utilizó un estándar integrado de criterios e indicadores del Principio 6 de los estándares nacionales (CNCF 1999); además se usó el estándar para la evaluación de la sostenibilidad (Mc Ginley y Finegan 2002) y el monitoreo biológico de bosques de alto valor para la conservación (Finegan *et al.* 2004). De estos estándares se seleccionaron los indicadores que midieron de preferencia un resultado y que fueron medibles y no redundantes. Finalmente, el estándar quedó conformado por dos criterios y nueve indicadores.

Metodología para la evaluación de los indicadores

Los indicadores fueron evaluados en el campo a través de variables de respuesta previamente identificadas. Se integraron las metodologías de "visita a tocones" e "instalación de parcelas de muestreo". Ver en Yalle (2003) una descripción más detallada de la metodología. Cada indicador fue evaluado de manera cuantitativa para luego calificar su desempeño ambiental según la siguiente escala: mejor desempeño (3), buen desempeño (2), desempeño satisfactorio (1).

Análisis estadístico

Las UMF se agruparon en cuatro tratamientos: T1 = UMF sin mecanismos de promoción del manejo forestal (testigo); T2 = UMF con pagos por servicios ambientales (PSA); T3 = UMF con certificación forestal voluntaria (CFV); T4 = UMF con pago por servicios ambientales y certificación forestal voluntaria (PSA-CFV). La información obtenida se analizó mediante análisis univariado y multivariado.

Para todas las variables se aplicó el análisis de varianza ANDEVA y la prueba de comparación múltiple de Duncan. Para las variables categóricas se utilizó la prueba de chi-cuadrado ($\chi 2$). El análisis multivariado se aplicó con la finalidad de determinar la relación entre los resultados y las características de las UMF y del aprovechamiento. Para esto se seleccionaron un total de doce variables, clasificadas por tipo de variable, relevancia para la evaluación del desempeño ambiental del manejo forestal y no ocurrencia de traslapos. A esas variables se aplicó un análisis de conglomerados y discriminante canónico.

Resultados y discusión

Evaluación de oficina

Características de las UMF

El 50% de las UMF se ubicaron en el rango altitudinal de 30 a <100 msnm, 30% entre 100 y 400 msnm y el 20% restante entre 400-600 msnm. Este factor ambiental influye en el tipo de bosque; se identificaron nueve tipos de bosque, la mayoría abundante en *Pentaclethra macroloba*. Cuatro UMF estuvieron dominadas por una de las especies siguientes: *Billia hippocastanum, Guarea bullata, Minquartia guianensis* y *Vochysia guatemalensis*. Los tamaños de las UMF variaron de 11 a 160 hectáreas: 50% <50 ha, 37% entre 50-100 ha y 13% >100 ha. Por otra parte, el 95% de las UMF con mecanismos de PSA, CFV, o la combinación de ambos eran regentadas por personas asociadas a ONG nacionales; en el grupo testigo, en cambio, todas las UMF estaban en manos de regentes particulares.

Estado de los bosques en las UMF antes del aprovechamiento

El 70% de las UMF presentaron evidencia de aprovechamientos anteriores; el mayor número de UMF intervenidas se registró en el tratamiento testigo. El AB promedio y N por hectárea para árboles ≥30 cm dap estuvieron entre 11,5 y 23,5 m^2/ha y 50-121 árboles/ha. Se registraron diferentes intensidades de aprovechamiento, desde 1 hasta 6 árboles/ha y volúmenes desde 2,2 m^3/ha hasta 23,2 m^3/ha (Cuadro 1). En términos de árboles por hectárea, la intensidad fue menor en el tratamiento PSA-CFV (1,61 árboles/ha) comparado con los tratamientos PSA (3,03 árboles/ha) y testigo (2,76 árboles/ha); los volúmenes extraídos en el tratamiento PSA-CFV (8,22 $m^{3/}$ha) no difieren estadísticamente del tratamiento testigo (11,73 m^3/ha). Desde el punto de vista ecológico y económico, este aspecto es importante si se considera que a mayor intensidad de aprovechamiento mayor es el impacto causado sobre el suelo y la vegetación y mayores los daños ocasionados a árboles remanentes, lo cual podría causar un cambio en la composición florística y estructura del bosque (Louman 2006).

Planificación de las operaciones y cuidados en la ejecución del aprovechamiento

Aunque, en general, los tratamientos con CFV y PSA-CFV fueron los que presentaron mejor índice

Cuadro 1.
Intensidad del aprovechamiento forestal en las operaciones evaluadas

Tratamiento	Área basal (m^2/ha)	N° individuo (árboles/ha)	Árboles (árboles/ha)	Volumen (m^3/ha)
Testigo	15,79 a	86,67 a	2,76 ab	11,73 ab
PSA	16,19 a	88,71 a	3,03 a	13,67 a
CFV	18,59 a	92,38 a	1,99 ab	6,39 b
PSA-CFV	18,04 a	84,35 a	1,61 b	8,22 ab

Los promedios con las letras iguales no son significativamente diferentes

de cumplimiento en la planificación de las actividades operativas, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas entre los cuatro tratamientos, excepto para las variables 'demarcación de las zonas de protección' y 'señalización de caída de árboles' (Pr> 0.056 y 0.007) entre el tratamiento testigo y el PSA-CFV. Aunque este último aspecto no se contempla explícitamente en los criterios e indicadores, es un criterio de orden técnico que permite minimizar el impacto sobre la vegetación, ya que evita daños a árboles de futura cosecha (Carrera y Pinelo 1995) y forma parte de la planificación de un aprovechamiento mejorado.

Las UMF con mecanismos de promoción se desempeñaron mejor en aspectos de planificación, control y cuidados en las operaciones de aprovechamiento, particularmente en cuanto a la rotulación, instalación de parcelas de muestreo diagnóstico, tratamientos silviculturales, monitoreo y seguimiento. El tratamiento con PSA-CFV mostró el mejor desempeño, seguido por el CFV y PSA (Cuadro 2).

Evaluación de campo

Evaluación de los indicadores del Criterio 1

En general, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en términos de quema, socola o cambio de uso del suelo, aunque se notó una tendencia a mayores superficies de socola y mayor número de árboles cortados en zonas de protección en las UMF testigo (Cuadro 3). Este último aspecto podría relacionarse con la pobre calidad de los mapas base que se entregan a los motosierristas, en los cuales no se delimitan las zonas de protección lo que dificulta el trabajo de ubicación e identificación de los árboles de corta y remanentes. Además, la falta de capacitación les impide interpretar adecuadamente la información del mapa base. En los tratamientos con CFV y PSA-CFV se registró poca o nula evidencia de estas actividades; esto puede atribuirse al régimen de control y vigilancia exigido para los bosques manejados con estos mecanismos.

Cuadro 2.
Valores promedios y análisis estadísticos de las variables de planificación de las operaciones del aprovechamiento forestal

Variable	Sig.	PrF>	Testigo %	PSA %	CFV %	PSA-CFV %
Mala ubicación de caminos y patios de acopio en mapa base	NS	0,253	**20** (1,2) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a
Mapa base sin curvas de nivel	NS	0,095	**40** (1,4) a	**12,5** (1,1) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a
Mala ubicación de árboles (AC, AP, AR, AV y otros) en mapa base	NS	0,26	**50** (1,5) a	**12** (1,1) a	**17** (1,2) a	**17** (1,2) a
No se marcan zonas de protección	*	0,056	**60** (1,6)a	**25** (1,3) ab	**17** (1,2) ab	**0** (1,0) b
Se modificaron caminos	NS	0,37	**20** (1,2) a	**12,5** (1,1) a	**50** (1,5) a	**17** (1,2) a
No se señala caída de árboles	*	0,007	**100** (2,0) a	**87,5** (1,9) ab	**50** (1,5) bc	**33,3** (1,3) c
UMF no cuentan con rótulos	**	<0,0001	**100** (2,0) a	**0** (1,0) b	**17** (1,17) b	**0** (1,0) b
Vigilancia:						
Permanente (1)			**40**	**87,5**	**50**	**83,3**
Temporal (2)			**40**	**12,5**	**50**	**17**
Sin vigilancia (3)			**20**	**0**	**0**	**0**
Promedio (++)	NS	0,08	(1,8) a	(1,1) a	(1,5) a	(1,2) a
Presencia de corta de madera no autorizada	*	0,022	**50** (1,5)a	**0** (1,0) b	**17** (1,2) ab	**0** (1,0) b
Presencia de cacería	NS	0,06	**70** (1,7) a	**25** (1,3) a	**17** (1,2) a	**17** (1,2) a
No se instalaron parcelas de muestreo diagnóstico (aplica a PSA y PSA-CFV)	**	<0,0001	**100** (2,0)a	**0** (1,0) b	**17** (1,2) b	**0** (1,0) b
No se realizan tratamientos silviculturales (aplica a PSA y PSA-CFV)	**	<0,0001	**100** (2,0) a	**0** (1,0) b	**17** (1,2) b	**0** (1,0) b
No se realiza monitoreo y seguimiento	**	<0,0001	**100** (2,0) a	**12,50** (1,1) b	**0** (1,0) b	**0** (1,0) b

(++) ANDEVA para índices promedios
% = Porcentaje de UMF donde se presenta el problema dentro de cada uno de los tratamientos.
( ) Las cifras en paréntesis se refieren a índices de cumplimiento, estos índices fueron utilizados para el ANDEVA y el chi^2
NS = Diferencia no significativa * Diferencia significativa ** Diferencia altamente significativa
Los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes

Cuadro 3.
Valores promedios y análisis estadísticos de las variables evaluadas para los indicadores del criterio 1 de desempeño ambiental del manejo forestal

Indicador	Variables medidas	Sig.	Pr>F	Tratamientos			
				Testigo %	PSA %	CFV %	PSA-CFV %
1.1	Se registraron áreas con pendientes > 60%	-	-	0	0	0	0
1.2	Se marca, corta o dirige la caída de árboles en zonas de protección	NS	0,344	**40** (1,4) a	**25** (1,3) a	**17** (1,2) a	**0** (1,0) a
1.3	Evidencia de socola	NS	0,139	**40** (1,4) a	**25** (1,3) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a
1.4	Evidencia de quema	NS	0,595	**10** (1,1) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a
1.5	Establecimiento de cultivos agrícolas y/o pastoreo	NS	0,253	**20** 1,2a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a	**0** (1,0) a
1.6	Profundidad de huellas de tractor (++)						
	- poco profundas (1)		0,41	(0,7) a	(0,88) a	(0,50) a	(0,50) a
	- profundas (2)		0,05	(0,6) a	(0,50) ab	(0) b	(0,17) ab
	- muy profundas (3)		0,14	(0,4) a	(0,25) a	(0) a	(0) a
		*	0,056	**60** (1,6) a	**50** (1,5) ab	**0** (1,0) b	**17** (1,2) ab

% = Porcentaje de UMF donde se presenta el problema dentro de cada uno de los tratamientos
(++) ANDEVA para índices promedios
( ) Las cifras en paréntesis se refieren a índices de cumplimiento, estos índices fueron utilizados para el ANDEVA y el chi^2
NS = Diferencia no significativa * Diferencia significativa ** Diferencia altamente significativa
Los promedios con letras iguales no son significativamente diferentes

Evaluación de los indicadores del Criterio 2

Criterio 2.1

Estructura horizontal.- Los valores promedio del AB después del aprovechamiento para individuos ≥30cm dap se encuentran entre 13 y 15 m^2 y el N entre 60 y 70 arb./ha. Con respecto al AB antes del aprovechamiento se observa una diferencia entre 11 y 25%; el mayor porcentaje se registra en el tratamiento con CFV (25%), contrario a lo que sucede en la diferencia del N donde los valores se encuentran entre 21 y 28% y son menores en los tratamientos CFV y PSA-CFV (Cuadro 4). Estos resultados son superiores al 14% que reporta Quirós (2001) para especies comerciales en la zona norte de Costa Rica.

Estructura vertical.- Los mayores valores de **cobertura del follaje** se registraron en los tratamientos con CFV y PSA-CFV (1,04 para ambos tratamientos), a diferencia de los tratamientos PSA y testigo; sin embargo, sólo se encontró diferencia significativa en el primer estrato del bosque de 0-2 m (Pr>0.0019) (Fig. 1). Asimismo, la mayor **variabilidad estructural** se observa en los bosques testigo, en comparación con los bosques con mecanismos de promoción de CFV y PSA. Estos resultados pueden ser una consecuencia de la mayor intensidad de aprovechamiento en los bosques testigo y de la regeneración después del aprovechamiento.

Criterio 2.2

Los resultados (valores promedios y análisis estadístico) del criterio 2.2 se muestran en el Cuadro 5.

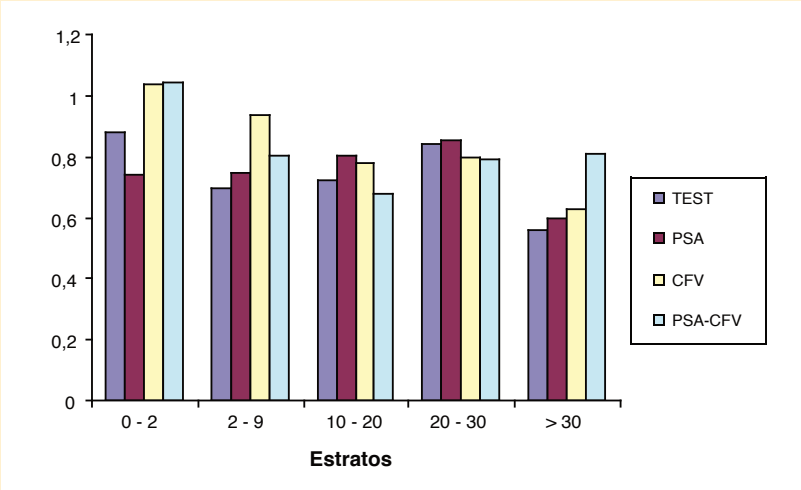

Figura 1. Índice promedio de cobertura del follaje en cada uno de los estratos, por tratamiento.

Cuadro 4.
Valores promedios de la evaluación de la estructura horizontal y vertical de las UMF dentro de cada uno de los tratamientos

Ind.	Variables medidas	Sig.	Pr>F	Tratamientos			
				Testigo	PSA	CFV	PSA-CFV
Estado del bosque después del aprovechamiento							
2.1	**Estructura horizontal**						
	Área basal (m^2/ha)	NS	0,5771	14,62 a	14,78 ab	12,79 b	14,06 ab
	Diferencia AB antes y después (m^2/ha)	NS	0,2393	1,92 a	1,89 a	4,67 a	3,22 a
	Número de individuos (árboles/ha)	NS	0,5649	62,59 a	61,59 a	64,32 ab	68,60 b
	Diferencia individuos antes y después (árboles/ha)	NS	0,519	24,97a	26,52a	24,78a	18,33a
	Estructura vertical Variabilidad estructural (%CV)	NS	0,49	468,33 a	426,76 a	434,47 a	428,76 a
	Cobertura del follaje (índice de cobertura)	NS	0,08	3,70 c	3,75 bc	4,17 a	4,18 ab

NS = No existe significancia estadística.
Los promedios con las letras iguales no son significativamente diferentes

Medidas para evitar la erosión hídrica

En más del 67% de las UMF se implementaron infraestructuras para mitigar la erosión hídrica; sin embargo, las variables 'estado de los cursos de agua' y 'remoción de obstáculos' mostraron diferencias significativas y altamente significativas entre los tratamientos con mecanismos de promoción (Pr>0.0007 y < 0.0001) y el tratamiento testigo. Dykstra (1997) sostiene que la mitigación de la erosión y sus efectos destructivos tiene que ver con una mejor planificación, ubicación y construcción de caminos; por consiguiente, se puede asumir que en los tratamientos con CFV y PSA se realizan mejor estas actividades como resultado de las exigencias y requisitos que deben cumplir los bosques sometidos a estos mecanismos, lo cual garantiza un mejor proceso de recuperación del bosque.

Tamaño de claros e impacto de claros por corta de árboles

El tamaño promedio de claros por árbol fue de 172 m^2. Hernández (1999) reporta 177 m^2 para la zona norte de Costa Rica en aprovechamientos forestales ejecutados con CODEFORSA; asimismo, el personal técnico de FUNDECOR habla de 165 m^2 en evaluaciones de impacto del aprovechamiento forestal en bosques certificados. Los valores reportados en el tratamiento PSA-CFV, son similares a los encontrados por Pereira *et al.* (2002) y Hendrisson (1990) citados por Louman (2006) en aprovechamientos de impacto reducido en el estado de Paragominas (Brasil) y en Surinam: 166 y 141 m^2 de superficie de claros y 7,5 y 6,8% de impacto de claros en el bosque productor (Fig. 2). El tratamiento con PSA-CFV tuvo la menor superficie promedio de claros y menor porcentaje de impacto por claro (2,77%). Estos resultados pueden atribuirse a una buena planificación de las operaciones y a la capacitación de los operarios de corta (principalmente en prácticas de tala dirigida), lo cual reduce los impactos de claros sobre el bosque productor.

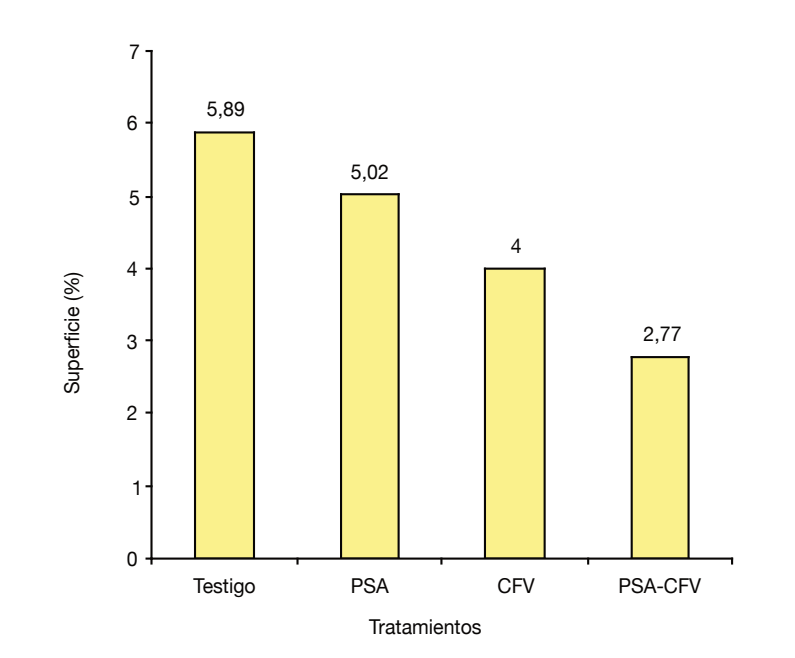

Figura 2. Superficie de bosque productor impactada por claros por corta de árboles

Cuadro 5.
Valores promedio y análisis estadístico de las variables del criterio 2 y resultados del impacto total del aprovechamiento forestal sobre el bosque productor en cada uno de los tratamientos

Ind.	Variables medidas	Sig.	Pr>F	Tratamientos			
				Testigo	PSA	CFV	PSA-CFV
2.2	Sin infraestructura para evitar la erosión hídrica (% de casos)	NS	0,80	**40** (1,4) a	**25** (1,3) a	**17** (1,2) a	**33** (1,3) a
	Remoción de obstáculos de los cursos de agua (% de vías con obstáculos)	*	0,0007	71 a	16,3 b	0 b	8,33 b
2.3.1	Mal estado de los cursos de agua (índice)	**	<0,0001	(2,2) a	(1,1) b	(1,0) b	(1,3) b
	Claro promedio por árbol cortado (m^2)	*	0,05	194,78 a	161,77 ab	159,7ab	154,12 ab
	Superficie de claros por corta de árboles (%)	*	0,04	5,89 a	5,02 ab	4,0 ab	2,77 b
2.3.2	Patios de acopio planificados en UMF	-	-	8	5	-	-
	Patios de acopio no planificados en UMF	-	-	6	0	0	0
	Superficie promedio de patios de acopio (m^2)	-	-	833	669	0	0
	Residuos y desperdicios de madera en patios de acopio (% de casos)	*	0,025 0,020	**100** (2,0) a	**75** (1,8) ab	**33** (1,5) b	**50** (1,3) b
	Área ocupada por patios de acopio (% BP)	-	-	0,29	0,03	0	0
2.3.3	Área ocupada por caminos primarios (%BP)	-	NA	0	0	0	1,65
	Caminos primarios erosionados (% de caminos)	-	NA	-	-	-	0
	Pendientes máximas caminos primarios (%)	-	NA	0	0	0	13
	Obras de conservación para evitar erosión en CP. No existen o no son funcionales (índice)	-	NA	-	-	-	(1)
2.3.4	Área ocupada por caminos secundarios (%)	NS	0,07	2,34 a	1,64 ab	1,53 ab	1,43 b
	Densidad de caminos secundarios (m/ha)	NS	0,489	49,7 a	38,5 a	40,59 a	41,58 a
	Ancho promedio de caminos secundarios (m)	*	0,0031	4,63 a	4,20 ab	3,65 bc	3,43 c
	Pendientes máximas de caminos secundarios (%)	-		40	36	38	36
	Obras de conservación para evitar la erosión del suelo en caminos secundarios. No existen o no son funcionales (% de caminos que las presentan)	*	0,0003	100a	81,25a	41,67 b	25 b
	Caminos secundarios erosionados (% de caminos)	NS	0,24	22,16 a	9,46 a	14,06 a	6,33 a
	Caminos no clausurados (% de caminos no clausurados)	**	<0,0001	83,75 a	17,50 b	15,60 b	18,06 b
	No presentaron informe de cierre (% de casos)	NS	0,074 0,073	80 (1,8) a	50 (1,5) ab	33 (1,3) ab	17 (1,1) b
2.3.5	Área ocupada por pistas de arrastre (%BP)	NS	0,08	1,51 a	1,01ab	0,63 b	0,96 ab
	Pendientes máximas en pistas de arrastre (%)	NA		31	42	33	33
	Ancho promedio de pistas (m)	NS	0,055	3,88 a	4,03a	3,32 a	3,44 a
	Densidad pistas de arrastre (m/ha)	NS	0,48	34,77a	25,63 a	18,99 a	27,63 a
	Presentan pistas dobles o paralelas (% de casos)	NS	0,37 0,41	30 (1,3)a	37,5 (1,38) a	0 (1,0) a	17 (1,17) a
2.3.6	Impacto por construcción de vías de aprovechamiento y patios de acopio (% BP)	*	0,028	4,14a	2,69ab	2,15b	2,66ab
	Total impactos del aprovechamiento forestal (% BP)	*	0,023	10,05 a	7,7 ab	6,16 b	5,44b

Las medias con letras iguales no son significativamente diferentes
( ) Las cifras en paréntesis son los índices de cumplimiento, estos índices fueron utilizados para el ANDEVA y el chi^2
NS = Diferencia no significativa * Diferencia significativa NA = No aplica

Características de los patios de acopio, caminos forestales y pistas de arrastre

En los tratamientos con mecanismos de promoción no se reportó la construcción de patios de acopio dentro del bosque sin que hubieran sido previamente planificados; además, la presencia de residuos y desperdicios en los patios fue menor que en el tratamiento testigo. Estos resultados pueden atribuirse a la utilización de personal capacitado para la planificación de las operaciones de corta y a la certificación, ya que en general la certificación exige un mayor control sobre los residuos (FSC 2003).

Caminos forestales y pistas de arrastre

Sólo se registró un camino primario en una UMF con PSA-CFV; el ancho promedio y las pendientes se encuentran dentro de las normas establecidas en el estándar nacional (1998). En los caminos secundarios no se encontraron diferencias signi-

ficativas entre los tratamientos con mecanismos y el tratamiento testigo para la variable 'densidad de caminos (largo/ha)', pero sí para la variable 'ancho de caminos' (Pr>0.0031). Esta variable influyó más que la longitud del camino en el impacto total sobre el bosque productor; sin embargo, aunque el tratamiento testigo fue el que registró mayor superficie impactada por caminos, el valor promedio del impacto no sobrepasó la norma establecida por el estándar nacional (≤5% de bosque productor) (Fig. 3). En la evaluación de las pistas de arrastre se observó una situación similar.

Cierre del aprovechamiento

La evaluación de las operaciones de cierre del aprovechamiento determinó que este es un factor importante para la recuperación de los claros en las áreas aprovechadas e intervenidas para la construcción de caminos. La recuperación del bosque se relaciona, entonces, con un adecuado programa de cierre de operaciones que incluye la clausura de caminos, la toma de medidas para evitar la erosión hídrica y para la protección y control que evite la incursión ilegal (tala y cacería) en el bosque aprovechado.

Impacto total del aprovechamiento forestal

La superficie de bosque productor impactada por el aprovechamiento fue mayor en el tratamiento testigo (10,05%) y menor en el tratamiento PSA-CFV (5,44%). Aunque hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Pr>0.023), en ninguno de ellos la superficie impactada fue mayor al 25% de área de bosque productor establecido en el estándar nacional del año 1998 (Fig. 4). Si analizamos los valores por separado, observamos que el impacto por la construcción de caminos es mayor que el impacto por la corta de árboles en los tratamientos testigo, PSA y CFV, a diferencia de lo que se observa en el tratamiento con PSA-CFV, donde el porcentaje de la superficie de claros y caminos son similares.

Análisis multivariado

El análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos de UMF, a diferencia de los cuatro que se determinaron como tratamientos. Dos grupos estuvieron conformados por UMF con PSA, CFV y PSA-CFV, el primero dominado por UMF con CFV y PSA-CFV y el segundo dominado por UMF con PSA. El tercer grupo fue conformado exclusivamente por las UMF del tratamiento testigo. Estadísticamente el primer grupo presentó un mejor desempeño que el tercero.

Las variables que destacan y discriminan los grupos por su desempeño ambiental se relacionan con el estado de los cursos de agua, impacto de la corta de árboles, impacto por la construcción de red vial, clausura del aprovechamiento y protección de la UMF. El análisis discriminante canónico permitió determinar que, además de las características de las UMF y su aprovechamiento, la persona que ejecuta la regencia influye en los resultados del desempeño ambiental.

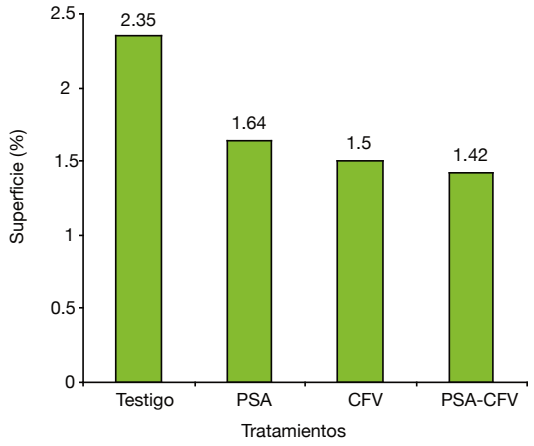

Figura 3. Superficie de bosque productor impactada por caminos secundarios. Las medias con letras iguales no son significativamente diferentes.

Clasificación de los tratamientos con base en el desempeño ambiental

Con base en los resultados y los análisis estadísticos, se determinó que las UMF con mecanismos de promoción -y principalmente con certificación forestal- mostraron mejor desempeño ambiental que el tratamiento testigo; sin embargo, al menos dos de sus UMF se incluyeron en el grupo 2, lo cual indica que en términos generales existe variabilidad en el manejo de estas UMF. Se debe resaltar la importancia de la responsabilidad del regente en la planificación y ejecución del manejo, así como la actitud del propietario en cuanto al acatamiento de las recomendaciones del regente; ambos elementos juegan un rol muy importante en el desempeño ambiental del manejo forestal.

Conclusiones

La utilización de criterios e indicadores ha demostrado ser un instrumento apropiado para evaluar en la práctica el desempeño ambiental del manejo forestal. La identificación de parámetros relevantes en el apro-

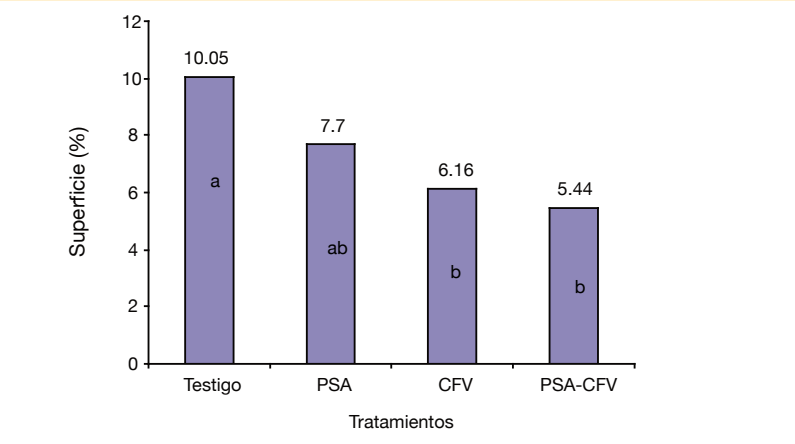

Figura 4. Superficie total de bosque productor (BP), impactada por el aprovechamiento forestal. Los promedios con las letras iguales no son significativamente diferentes.

vechamiento forestal, así como la selección cuidadosa de variables de características, planificación, grado de las operaciones forestales, monitoreo y control de las UMF permite un mejor análisis de los resultados y una evaluación integral del desempeño ambiental del manejo forestal.

En ninguno de los tratamientos los impactos del aprovechamiento forestal sobrepasaron el límite máximo establecido por el estándar nacional; cabe resaltar, sin embargo, que estos impactos fueron mayores en las UMF del tratamiento testigo y menores en el tratamiento que combina los dos mecanismos.

Los principales impactos identificados fueron daños a la vegetación remanente, erosión de caminos y corta de madera no autorizada. La causa de mayores impactos en el suelo y la vegetación está dada principalmente por la construcción de caminos y la corta de árboles. Los resultados indican que elementos como una adecuada planificación de las actividades operativas, cuidados durante y después del aprovechamiento forestal, control y protección de las UMF, así como una adecuada capacitación a los técnicos y operarios en el desarrollo de las actividades de manejo forestal reducen los impactos ambientales en el bosque. Las UMF regentadas por una persona asociada a una ONG fueron las que más contaron con mecanismos de promoción y mostraron un mejor desempeño en cuanto al cuidado y control en las operaciones forestales durante y después del aprovechamiento.

Las condiciones que se exigían para obtener el PSA para el manejo forestal y se exigen para la certificación forestal de bosques manejados, así como la operatividad técnica por parte de las ONG, han demostrado ser instrumentos eficientes en el desempeño ambiental del manejo forestal. Esto implica que un adecuado manejo forestal es más que la suma de elementos técnicos de planificación y operatividad; es la integración de herramientas o mecanismos como el PSA y la CFV que ayuden a internalizar los beneficios de un buen manejo forestal para asegurar la sostenibilidad del bosque.

Literatura citada

Campos, J; Finegan, B; Villalobos, R. 2001. Manejo diversificado del bosque: aprovechamiento de bienes y servicios de la biodiversidad del bosque neotropical. Revista Forestal Centroamericana no. 36:6-13.

Carrera, F; Pinelo, G. 1995. Prácticas mejoradas para aprovechamientos forestales de bajo impacto. Turrialba, CR, CATIE/CONAP. 61 p. (Informe Técnico no. 262).

CNCF (Comisión Nacional de Certificación Forestal). 1999. Estándares y procedimientos para el manejo sostenible y la certificación forestal en Costa Rica. San José, CR, CNCF. 54 p.

Dykstra, D. 1997. Aprovechamiento de impacto reducido: convirtiendo los resultados de la investigación en prácticas de campo. *In* Simposio Internacional "Posibilidades de manejo forestal sostenible en América Tropical". Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 15-20 de julio de 1997. 7 p.

Finegan, B; Hayes, J; Delgado, D; Gretzinger, S. 2004. Monitoreo ecológico en bosques de alto valor para la conservación manejados y certificados por el FSC: una guía para certificadores y manejadores de bosques en el trópico húmedo. San José, CR, WWF.141 p.

FSC (Forest Stewardship Council). 2003. ¿Qué es la certificación? Consultado el 11-10-2003. http://www.fscoax.org/pag_esp.htm

Hernández , L. 1999. Validación de la metodología de visita a tocones para la evaluación de aprovechamientos forestales realizados por CODEFORSA en la región Huetar Norte de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad. ITCR, Cartago. 70 p.

Louman, B. 2006. Impacto ambiental del aprovechamiento forestal. *In*. Orozco, L; Brumer, C; Quirós, D. eds. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, CR, CATIE. pp. 361-397. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 63).

Mc Ginley, K; Finegan, B. 2002. Evaluación de la sostenibilidad para el manejo forestal: determinación de un estándar integrado y adaptativo para la evaluación de la sostenibilidad ecológica del manejo forestal en Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. 75 p. (Informe Técnico no. 330).

Quirós, D. 2001. Técnicas silviculturales. *In* Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR, CATIE. p. 157-173. (Manual Técnico no. 46).

Yalle, S. 2003. Desempeño ambiental de la certificación forestal y el pago por servicios ambientales como mecanismos de promoción del manejo sostenible de bosques naturales en Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 92 p + 4 anexos.