

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

**RENTABILIDAD DEL APROVECHAMIENTO MADERABLE DE LOS PLANES DE
MANEJO APROBADOS EN EL PERIODO 2010 – 2013 Y SU EFECTO EN EL
COSTO DE OPORTUNIDAD DE LA TIERRA, PARA EL ÁREA DE
CONSERVACIÓN ARENAL – HUETAR NORTE, COSTA RICA**

**Trabajo de graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador de la Escuela
de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional para optar al grado de Licenciatura
en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.**

Presentado por:
CHRISTIAN ZÚÑIGA MÉNDEZ

Heredia, Costa Rica
Noviembre, 2018

ACTA DE APROBACIÓN

Trabajo de graduación aprobado por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, para optar al grado de Licenciatura en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Jorge Herrera Murillo, Dr.

Vicedecano de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

Sergio Molina Murillo, Ph.D.

**Representante Escuela Ciencias
Ambientales**

Sebastián Ugalde Alfaro, MII.

Tutor

Víctor Meza Picado, M.Sc.

Lector

Jhonny Méndez Gamboa, M.Sc.

Lector

Christian Zúñiga Méndez

Estudiante

RESUMEN

En la actualidad, existe una necesidad cada vez mayor por comprender la dimensión económica de la gestión forestal, y con ello, establecer mecanismos de mejora, que promuevan una verdadera sostenibilidad en el manejo de la biodiversidad. Esta investigación evaluó la rentabilidad del modelo actual de aprovechamiento maderable en bosque natural, dentro del Área de Conservación Arenal-Huetar Norte. A través de la construcción de tres escenarios típicos, se determinó la renta neta de la actividad, se identificaron factores limitantes, y se estimaron los costos de oportunidad por usos alternativos. Como población de estudio, se utilizaron 24 sitios con plan de manejo aprobado y ejecutado durante el 2010-2013; y para el levantamiento de información, se utilizaron entrevistas semiestructuradas a diferentes actores, documentación de las unidades de manejo, bases de datos y cartografía del área de estudio. Se generaron tres estructuras de costos, de acuerdo con el área efectiva de manejo, donde se encontró que la planificación y la formalización del permiso abarcan el 80 % de los costos para acceder de forma legal al recurso. Así mismo, el abordaje de la rentabilidad se centró en un modelo microeconómico que utiliza el valor del bosque como indicador, obteniéndose beneficios netos entre $\text{C}\$188\,696,89\text{ ha}^{-1}$ y $\text{C}\$495\,767,72\text{ ha}^{-1}$; que no lograron superar el precio del bosque en el mercado ($\text{C}\$1\,908\,617,15\text{ ha}^{-1}$). Con los datos de costo de oportunidad, se generó un mapa regional, que señala los bosques al sur del área de estudio, como los más vulnerables a presiones económicas por usos del suelo. Se concluye que, aunque las rentas son positivas, el aprovechamiento de madera no se puede considerar rentable, ya que no logra superar ni igualar el precio del bosque en el mercado; sumado a ello, existen limitaciones por gobernanza que encarecen aún más la actividad, y altas presiones económicas de los usos alternativos. Esta dinámica hace que el aprovechamiento maderable en bosque se restrinja a lugares cada vez más alejados del mercado, y a unidades de manejo superiores a 50 ha; desplazando al pequeño productor.

Palabras claves: aprovechamiento maderable; manejo de bosques; rentabilidad; costo de oportunidad; gobernanza; Costa Rica.

Keywords: forest management, profitability, opportunity cost, governance, Costa Rica.

DEDICATORIA

A mi madre Eliza y mi padre Manuel, quienes han dado todo por inculcarme las mejores herramientas para desenvolverme en la vida. Así como brindarme el apoyo, el espacio y la oportunidad de elegir libremente mi camino.

A mis hermanos Karla, Andrey, Gaby y Allan (q.e.p.d.); porque han sido mi soporte en las buenas y en las no tan buenas, por ser mis ejemplos de lucha diaria.

A mis amigas y amigos forestales, de la música y de otros lugares/circunstancias; por su acompañamiento y apoyo en los diferentes contextos en los que nos movemos.

AGRADECIMIENTOS

Un muy especial agradecimiento al equipo asesor: a Sebastián Ugalde, a Víctor Meza y a Johnny Méndez, porque desde el inicio aceptaron con mucho entusiasmo asesorar y guiar la investigación; por transmitir sus conocimientos, su rigor académico, técnico y profesional; además del apoyo y paciencia, cuando las cosas se pusieron cuesta arriba.

A la Universidad Nacional, por facilitarme las condiciones académicas y parte de las económicas, para mi formación. En particular, al personal docente y administrativo de la Escuela de Ciencias Ambientales.

A los propietarios de bosques entrevistados, porque a través de su experiencia me acercaron un poco a la realidad del sector, de forma abierta y desinteresada. También porque, a pesar de todo, siguen manteniendo sus bosques en pie.

Al personal de CODEFORSA y las Oficinas Subregionales del ACAHN, quienes amablemente colaboraron en la recopilación de la documentación.

A Gustavo Fernández y Federico Alice, por la colaboración en el trabajo de campo.

A todos los profesionales y personas ligadas al sector forestal y agropecuario que fueron consultadas, por sus atinadas observaciones y puntos de vista.

A Andrea Fallas, John Solano, Marcela Segura, Roberto Rodríguez y Tanny Corrales, por todos estos años de colaboración universitaria; pero más que todo por su amistad.

A Ricardo Bogantes, Silvia Guzmán y Vivian Rojas, quienes ajenos al tema y con un gran compromiso, leyeron el documento, me retroalimentaron y apoyaron en el proceso.

Al personal de Consultoría y Construcción Villalta (CO²VI), en especial a Mauricio Peña, por sus enseñanzas y por alentarme a hacer siempre lo mejor que esté en nuestro alcance.

A la Oficina Nacional Forestal (ONF) y todo su personal, por el apoyo financiero, logístico y técnico para la elaboración del estudio.

Al Fondo de Fortalecimiento de las Capacidades Estudiantiles (FOCAES), de la Vicerrectoría de Extensión de la UNA, por el apoyo económico.

Al INISEFOR-UNA, por el soporte técnico, logístico y financiero en las giras de campo.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE APROBACIÓN	ii
RESUMEN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
TABLA DE CONTENIDOS	vi
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
A. Antecedentes – Justificación	1
B. Objetivos	3
1. General	3
2. Específicos	3
II. MARCO TEÓRICO	4
A. Manejo Forestal Sostenible (MFS) de bosque natural	4
1. Silvicultura de bosques: ciencia y arte detrás del MFS	5
B. Valoración económica de la biodiversidad	12
1. Valor económico total	13
2. Análisis de costo - beneficio	15
3. Análisis financiero dentro del manejo forestal: finalidad e importancia	19
C. Costo de oportunidad del Manejo Forestal Sostenible y actividades alternativas de producción primaria agropecuaria	22
III. MÉTODOS	24
A. Enfoque de la investigación	24
B. Área de estudio	24

C.	Población y muestra.....	26
D.	Levantamiento y fuentes de información.....	26
E.	Proceso metodológico.....	27
1.	Fase I. Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural y factores de influencia	27
2.	Fase II. Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo desarrolladas en el ACAHN	39
IV.	RESULTADOS	48
A.	Generalidades de la actividad	48
1.	Fincas y áreas bajo manejo forestal.....	48
2.	Gestión y proceso lógico del aprovechamiento forestal.....	49
3.	Volumen Comercial Cosechado.....	51
B.	Estructura de costos de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural	54
C.	Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural	56
1.	Rentabilidad en el corto plazo	56
2.	Rentabilidad en el largo plazo: Análisis de inversiones.....	57
3.	Análisis de sensibilidad.....	60
D.	Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo, en el ACAHN	68
1.	Distribución actual de la cobertura vegetal dentro del área de estudio.....	68
2.	Actividades de Producción Primaria Agropecuaria dentro del área de estudio y su rentabilidad.....	69
3.	Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades productivas alternativas dentro del área de estudio	73
4.	Costo de oportunidad según análisis de vecindad.....	74

V.	DISCUSIÓN.....	78
A.	Generalidades de la actividad	78
1.	Fincas y áreas bajo manejo forestal.....	78
2.	Gestión y proceso lógico de la actividad.....	79
3.	Volumen Comercial Cosechado.....	81
B.	Estructura de Costos de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural 82	
C.	Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural	84
1.	Rentabilidad en el corto plazo	84
2.	Rentabilidad en el largo plazo: análisis de inversiones	85
3.	Análisis de sensibilidad.....	87
D.	Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo, en el ACAHN	89
VI.	CONCLUSIONES.....	92
VII.	RECOMENDACIONES	95
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	96
IX.	APÉNDICES	111
X.	RESUMEN EJECUTIVO PARA TOMADORES DE DECISIÓN	129

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los PM aprobados en el 2010-2013, según Subregión del ACAHN.	26
Cuadro 2. Clasificación de los aprovechamientos forestales, según área efectiva de manejo. ACAHN, Costa Rica.....	28
Cuadro 3. Proyección del Volumen Comercial Periódico (VCP) a partir del modelo de producción de referencia.	29
Cuadro 4. Precios promedios de madera en pie, utilizados para aquellas especies sin reporte específico. ACAHN, Costa Rica.	32
Cuadro 5. Información financiera empleada para el cálculo de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento.	35
Cuadro 6. Distribución y área promedio de los usos de la tierra que conforman las fincas sometidas a aprovechamiento forestal. ACAHN, Costa Rica.	48
Cuadro 7. Detalle y clasificación de las UMF según área efectiva promedio de manejo. ACAHN, Costa Rica.....	49
Cuadro 8. Tiempo promedio de aprobación de un PM por parte de las Oficinas Subregionales del SINAC. ACAHN, Costa Rica.....	50
Cuadro 9. Clasificación de las UMF según forma de venta de la madera. ACAHN, Costa Rica.	50
Cuadro 10. UMF que lograron ingresar al Programa Pago por Servicios Ambientales, luego del aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	51
Cuadro 11. Distribución del volumen comercial extraído (m^3), según especie. ACAHN, Costa Rica.....	52
Cuadro 12. Promedio de Volumen Comercial Cosechado Anual. ACAHN, Costa Rica.....	53
Cuadro 13. Costos típicos (C/ha) de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural, clasificados según área de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.	55
Cuadro 14. Costo (C ha^{-1}) del trámite para la viabilidad ambiental requerido para la aprobación del PM. ACAHN, Costa Rica.....	56

Cuadro 15. Ingreso neto o margen de utilidad promedio según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	57
Cuadro 16. Extensión y rentabilidad de las principales actividades de producción primaria agropecuaria del área de estudio, por tipo de cobertura vegetal y distrito. Fuente: elaboración propia, a partir de datos del INEC (2014) y otras fuentes secundarias.	72
Cuadro 17. Rentabilidad promedio para las categorías de cobertura vegetal, por distrito. ACAHN, Costa Rica.....	73
Cuadro 18. Costo de oportunidad para cada cobertura vegetal, tomando como actividad central el aprovechamiento maderable en bosque natural.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del ACAHN y de las unidades de manejo forestal analizadas.	25
Figura 2. Ejemplificación del proceso de Estadística Focalizada con vecindad en anillo (radio interno de 1 celda, radio externo de 3 celdas). Fuente: Elaborado a partir de ESRI (2016b). ..	47
Figura 3. Volumen comercial cosechado ($m^3 ha^{-1}$) en las UMF, según clasificación de aprovechamiento y grupo comercial de especies. ACAHN, Costa Rica.....	53
Figura 4. Relación entre los costos totales de las UMF y su correspondiente área efectiva de manejo. ACAHN, Costa Rica.....	54
Figura 5. Valor del Bosque máximo (VB_{max}) para el caso base, según clasificación del aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	58
Figura 6. Comportamiento del Valor del Bosque (VB) según clasificación del aprovechamiento; utilizando como referencia el precio de mercado del bosque (PB). ACAHN, Costa Rica.	59
Figura 7. Valor del bosque (VB) incluyendo ingresos continuos por Pago por Servicios Ambientales (PSA), según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	60
Figura 8. Valor del bosque (VB_{max}) sensibilizado a partir del volumen comercial autorizado por la AFE, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.	62
Figura 9. Valor del Bosque (VB) sin incluir los costos por formalización del permiso, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.	63
Figura 10. Valor del bosque (VB) incluyendo el costo de viabilidad ambiental, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	64
Figura 11. Valor del bosque (VB_{max}) sensibilizado a partir de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.....	65
Figura 12. Factores que impactan el Valor del Bosque (VB), escenarios del análisis de sensibilidad. ACAHN, Costa Rica.	66
Figura 13. Valor del bosque (VB_{max}) incluyendo los factores que generan impacto positivo en la rentabilidad. ACAHN, Costa Rica.....	67

Figura 14. Distribución porcentual de las coberturas vegetales por distrito. ACAHN, Costa Rica.	69
Figura 15. Distribución (en hectáreas y porcentaje) de las actividades de producción primaria agropecuarias dentro del área de estudio. Fuente: elaboración propia, a partir de datos del INEC (2014).....	70
Figura 16. Distribución de las coberturas vegetales según costo de oportunidad. ACAHN.....	76
Figura 17. Mapa de Costo de Oportunidad basado en las actividades productivas desarrolladas en las coberturas vegetales del área de estudio.....	77

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Instrumento para la aplicación de entrevistas semiestructuras a: 1) dueños de bosques, 2) planificadores del aprovechamiento, y, 3) Extractores y operarios. ACAHN, Costa Rica.....	111
Apéndice 2. Productores entrevistados que realizaron aprovechamiento maderable con plan de manejo en el periodo 2010-2013. ACAHN, Costa Rica.....	118
Apéndice 3. Profesionales consultados en el levantamiento de datos y/o validación de la información.....	119
Apéndice 4. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 1 (0-50 ha). ACAHN, Costa Rica.....	120
Apéndice 5. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 2 (50 – 100 ha). ACAHN, Costa Rica.....	122
Apéndice 6. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 3 (> 100 ha). ACAHN, Costa Rica.....	124
Apéndice 7. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase 1 (0 – 50 ha). ACAHN, Costa Rica.....	126
Apéndice 8. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase 2 (50 – 100 ha). ACAHN, Costa Rica.....	127
Apéndice 9. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase 3 (> 100 ha). ACAHN, Costa Rica.....	128

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AAF: Área Ambientalmente Frágil

ACAHN: Área de Conservación Arenal-Huetar Norte

ACB: Análisis de Costo - Beneficio

ACCVC: Área de Conservación Cordillera Volcánica Central

ACOSA: Área de Conservación Osa

ACTO: Área de Conservación Tortuguero

AFE: Administración Forestal del Estado

AIR: Aprovechamiento de Impacto Reducido

ASP: Área Silvestre Protegida

CAFMA: Certificado de Abono Forestal para Manejo de Bosques

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CC: Ciclo de corta

CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social

CENAGRO: Censo Nacional Agropecuario

CIagro: Colegio de Ingenieros Agrónomos

CODEFORSA: Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

FUNDECOR: Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central

IFN: Inventario Forestal Nacional

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

MA: Manejo Adaptivo

MB: Margen Bruto

MFS: Manejo Forestal Sostenible

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía

MU: Margen de Utilidad

ONF: Oficina Nacional Forestal

ONT: Órgano de Normalización Técnica

PB: Precio de mercado del Bosque

PM: Plan de Manejo

POA: Plan Operativo Anual

PSA: Pago por servicios Ambientales

RCB: Relación Beneficio/Costo

RNVSM: Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque

SETENA: Secretaría Técnica Nacional Ambiental

SIG: Sistemas de Información Geográfica

SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación

TIR: Tasa Interna de Retorno

TMA: Tasa Mínima Aceptable

UMF: Unidad de Manejo Forestal

VAE: Valor Anual Equivalente

VAN: Valor Actual Neto

VB: Valor del Bosque

VCCA: Volumen Comercial Cosechado Anual

VCP: Volumen Comercial Periódico

VET: Valor Esperado de la Tierra

VPN: Valor Presente Neto

I. INTRODUCCIÓN

A. Antecedentes – Justificación

Plataformas recientes de política global como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Acuerdo de París, han promovido con mayor ímpetu que los países se comprometan y determinen las vías más efectivas para: erradicar la pobreza y el hambre en el mundo, responder al cambio climático a través de comunidades resilientes, lograr un crecimiento inclusivo y gestionar los recursos naturales de forma sostenible (FAO 2018). Esta urgencia por avanzar en el camino de la sostenibilidad implica posicionar los bosques como un elemento central para el cumplimiento de las metas planteadas por la comunidad internacional. Actualmente, se tiene claro que una buena salud de los ecosistemas forestales brinda beneficios directos en múltiples áreas del desarrollo (FAO 2018); sin embargo, aún no se logra concretar el avance práctico en esta materia, que debe direccionarse y plantearse bajo una misma lógica con todos los interesados, donde prime el trabajo colaborativo y una visión conjunta.

Mientras suceden y se resuelven estas iniciativas en el ámbito político, el panorama a nivel mundial se muestra confuso. Por un lado, las tasas de pérdida de bosque han disminuido en los últimos 25 años e indicadores demuestran avances positivos en la aplicación del Manejo Forestal Sostenible (MFS) (FAO 2016a). Esta herramienta parece ser una medida atinada, que se ha implementado durante más de dos décadas en los bosques tropicales de África, Asia y América Latina; con resultados que lo ubican como el mejor uso para la conservación del bosque tropical (Neves *et al.* 2017; Guariguata 2009; Putz *et al.* 2001). Pero por el otro lado, siguen existiendo dificultades para poner en práctica políticas, legislación y regulaciones que permitan un manejo efectivo de los bosques. La débil gobernanza en el sector forestal, como un mal común de los países en desarrollo, está induciendo a prácticas insostenibles, degradación y conversión a otros usos; provocando incluso que los dueños de bosque enfrenten barreras para operar de manera legal y recibir beneficios económicos del aprovechamiento del recurso (FAO 2016a; Pacheco *et al.* 2016; Zimmerman y Kormos 2012; Contreras-Hermosilla 2011; Navarro y Bermúdez 2006).

Costa Rica a lo largo de varias décadas, acumuló vasta experiencia en torno al manejo de bosques, que le permitió conformar y oficializar un Estándar de Sostenibilidad y Código de Buenas Prácticas (Méndez 2008; CATIE 2006; MINAE 2002; Maginnis *et al.* 1998). Esto lo ha

posicionado a nivel internacional como un referente en la materia, y se le ha reconocido por sus aportes en la conservación de los ecosistemas, a través de la producción sostenible de madera comercial y de productos no maderables (FAO 2016b). Por lo tanto, en este punto es válido cuestionar, ¿por qué el aprovechamiento sostenible de madera no logra consolidarse como una actividad productiva?, si existe amplia evidencia científica sobre sus bondades para la conservación de la biodiversidad; y además, es respaldado y promovido por organismos internacionales, academia, centros de investigación forestal y ONG's. ¿En qué se está fallando en Costa Rica?, ¿por qué se tiene una percepción de rentabilidades bajas?, ¿qué imposibilita a los propietarios acceder al recurso forestal y cómo esto reduce la competitividad del manejo?, ¿qué impacto tienen los usos alternativos del suelo y su eficiencia económica sobre la permanencia del bosque?

Actualmente, el modelo arrastra múltiples deficiencias que impiden un buen desarrollo de la actividad, y reducen la expectativa económica de los usuarios del bosque y demás actores ligados a la cadena de valor. Estas van más allá de lo técnico y se vinculan principalmente a asuntos legales-institucionales, logísticos, económico-financieros y de mercado; que conllevan a una resistencia para adoptar el MFS (MINAE 2018; Camacho 2015; De Camino *et al.* 2015; Meza 2008; Navarro *et al.* 2006; Navarro y Bermúdez 2006).

La situación anterior revela porque en el país se cosecha una baja proporción de madera proveniente de bosques con Plan de Manejo (PM), que durante el 2016 correspondió a un 5,1 % del total de volumen consumido (Barrantes y Ugalde 2017). Esto, a pesar de que la superficie susceptible de manejo de bosque sin restricciones es de 867 590,4 ha; es decir, un 32,8 % de la cobertura forestal nacional (Camacho 2014).

Evidentemente es una situación compleja, que requiere de tiempo para responder, plantear y ejecutar soluciones. Con el agravante que se tienen vacíos de información y una seria necesidad por conocer, no solo los costos y beneficios de la actividad; sino, sí en términos generales, la gestión forestal es económicamente viable para ser sostenible. En los últimos 10 años, la documentación y publicación de experiencias económicas de manejo forestal ha sido poca, para no decir nula; con la probabilidad de que algunos actores involucrados sí la conozcan, pero no esté disponible para el usuario o sociedad en general, o bien, no tiene ningún procesamiento previo. Esto pesa a la hora de formular mejoras para el sector, ya que los tomadores de decisión

no tienen la evidencia empírica actualizada ni certera, que confirme o rechace la percepción de que el aprovechamiento no es una actividad rentable.

Por lo tanto, si se quiere poner en discusión y en práctica mecanismos para fortalecer el sector, es prioritario comprender los factores económicos, sociales, técnico-científicos, legales e institucionales que están influenciando la rentabilidad y sostenibilidad del manejo forestal; y cómo ello se permea de dinámicas productivas más agresivas, como las agropecuarias. Este análisis propone algunas evidencias en esta dirección; enfocándose en unidades de manejo forestal del Área de Conservación Huetar-Norte, intervenidas durante el periodo 2010-2013.

B. Objetivos

1. General

Determinar la rentabilidad del aprovechamiento maderable en bosque natural dentro del Área de Conservación Arenal-Huetar Norte en el periodo 2010-2013 y el efecto de su costo de oportunidad; como aporte para la comprensión del contexto en el que se desenvuelve la actividad.

2. Específicos

- a. Analizar la rentabilidad del aprovechamiento maderable en bosque natural a través de estudios de caso de la región norte del país, para la estimación del beneficio económico que genera el modelo vigente.
- b. Evaluar los principales factores que influyen en la rentabilidad del aprovechamiento maderable en bosque natural, mediante la construcción de escenarios que demuestren su sensibilidad financiera.
- c. Estimar el costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural, respecto a las alternativas productivas primarias que se desarrollan en la región de estudio; para el entendimiento de la actividad dentro de una matriz agropecuaria local.

II. MARCO TEÓRICO

A. Manejo Forestal Sostenible (MFS) de bosque natural

Décadas atrás se ha presentado una serie de condiciones favorables en entorno al uso y conservación de los bosques. El manejo forestal dentro de ese contexto ha tomado fuerza para posicionarse como una alternativa que intenta conciliar el desarrollo con la conservación. La idea fundamental de este planteamiento es que, a través de la generación de recursos económicos, los propietarios valoren sus bosques y tomen la decisión de conservarlos antes de cambiar a otros usos no sostenibles del suelo, de manera que contrarreste la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales (CATIE 2006).

La definición del Manejo Forestal Sostenible (MFS) ha sufrido numerosas transformaciones hasta llegar a conocer la actual. Esta evolución corresponde a la búsqueda del equilibrio entre los aspectos ecológicos, productivos, económicos, sociales y culturales que envuelven a los bosques; así mismo, es un reflejo del reto que significa manejar un recurso que funcionalmente está en constante cambio, al igual que la percepción que tienen los diferentes actores sociales sobre ellos. En un principio, el manejo buscaba únicamente mantener la producción de madera (Pedroni y De Camino 2001); sin embargo, más tarde se agregan aspectos ecológicos y sociales (OIMT 1998, Granholm *et al.* 1996) que llegaron a brindar una mayor integración de los componentes involucrados en el ejercicio de la actividad.

Luego un nuevo enfoque se incorpora, llamado Manejo Adaptativo (MA), que le brinda una mejor forma al concepto de MFS y le adiciona un planteamiento estratégico en el tiempo al bosque; partiendo de objetivos bien definidos, desarrollo de planes de manejo, monitoreo y evaluaciones periódicas. Estos insumos determinarán los reajustes necesarios para alcanzar los objetivos de desarrollo integral y sostenible de la biodiversidad y servicios ecosistémicos (Galloway 2002). El manejo del bosque no va a depender solo de la ejecución de lo planificado, sino también de factores externos como el mercado, las políticas y los objetivos de todos los actores involucrados (Louman y De Camino 2004). Esto deja en evidencia la pluralidad de formas de manejar los bosques; por lo tanto, el MFS y quienes tomen decisiones deben tener la capacidad de adaptarse a esos cambios que surjan y a las condiciones locales y particulares donde se sitúe el bosque (OIMT y UICN 2009).

Por esta naturaleza compleja y de largo plazo, el MFS requiere de un abordaje multidisciplinario para su efectiva aplicación. Esto supone la planificación e implementación de prácticas para la gestión y uso del bosque, cuyo propósito es conseguir objetivos específicos donde la intervención debe asegurar que la diversidad biológica, la productividad, la capacidad de regeneración, la vitalidad y el potencial de los ecosistemas se mantengan en el tiempo. Además, que no produzca consecuencias irreversibles y que las operaciones se apliquen al bosque en su conjunto y no a un componente en particular. Lo anterior se resume en que el arte del manejo del ecosistema forestal debe beneficiar ecológica, económica y socialmente en todos los contextos: sean locales, regionales o globales (FAO 2016a; OIMT y UICN 2009; CATIE 2004; Maginnis *et al.* 1998; Sabogal 1998; Granholm *et al.* 1996).

Según Maginnis *et al.* (1998), los objetivos que persigue el manejo son cualitativos, ya que están determinados por las necesidades del propietario y por el contexto legal, biofísico y económico. El mismo autor indica que para efectuar un manejo forestal hay dependencia de cuatro factores: las condiciones del rodal, la tasa de crecimiento del bosque, la relación entre el precio de la madera y el costo del aprovechamiento, y la tasa de descuento. Adicionalmente Sabogal (1998) sugiere y refuerza que los factores que más podrían influir en la toma de decisiones alrededor del manejo están relacionados con el acceso efectivo a la propiedad (tenencia legal de la tierra y el bosque), el estatus socio-cultural (nivel político, cultural, financiero, etc.), las características del recurso (valor actual y potencial, limitaciones biofísicas), los medios disponibles (capital financiero, mano de obra, infraestructura de transporte, etc.), los mercados (actuales y potenciales) y el marco político y legislativo en que se desarrollaría la actividad.

1. Silvicultura de bosques: ciencia y arte detrás del MFS

La silvicultura es la disciplina que promueve, de la mano de información científica; el cultivo del bosque y sus posibles productos. A través de la planificación y apegado al comportamiento particular de cada sitio; se trata de llevar al bosque a un estado deseado, optimizando su aprovechamiento. De manera que las actividades sean económicamente rentables y contribuyan a un mejor uso de la tierra (Lamprecht 1990, CATIE 2001a).

Lamprecht (1990) menciona que la silvicultura debe estar orientada a la obtención de objetivos económicos que logren satisfacer, principalmente, la demanda de productos forestales de la población local o la sociedad, tomando en cuenta las condiciones medioambientales y del

bosque. Como respuesta a ello, el primer paso es reconocer las oportunidades que existen en los bosques (madera, productos no maderables u otro bien y servicio ambiental). Una vez identificada la mejor opción, se busca la ruta más efectiva para ejecutar el sistema silvicultural de elección, el cual se debe ajustar a las circunstancias propias del bosque y debe ser una operación económicamente viable, ecológica y socialmente aceptable (CATIE 2001a).

De todos los objetivos de la silvicultura, el principal es precisamente colaborar al mejoramiento de los ingresos de la población local y de los propietarios de bosques. La suma de estas acciones genera un impacto positivo y directo en la reducción de la deforestación y degradación de los ecosistemas (CATIE 2001a). En resumidas cuentas, la ciencia detrás del MFS se trata del puente que une la ecología del bosque, las necesidades de manejo y su uso económico. (CATIE 2001a).

a) Aprovechamiento forestal maderable del bosque tropical húmedo

Muchas veces por error se refiere al aprovechamiento forestal como un homólogo del manejo de bosque; sin embargo, es solo una de las prácticas involucradas en el MFS. Constituye una actividad fundamental dentro de la silvicultura, tanto así que es considerado como el primer y más importante tratamiento silvicultural destinado al manejo de un bosque natural (IICA 1986; CATIE 2001a; CATIE 2006). Por su parte, la OIMT y UICN (2009) lo definen como la explotación de la madera del bosque para su utilización, donde se incluye la tala y la extracción, y algunas veces, un grado inicial de transformación del producto.

Durante mucho tiempo, esta intervención en el bosque se ejecutaba bajo técnicas convencionales sin una planificación de las operaciones, con costos de producción altos, baja utilización del bosque y una gran cantidad de desperdicios o residuos. Este escenario incidía en la condición en la que resultaban los bosques luego de la operación, limitando más adelante el manejo forestal (CATIE 2001b). Sin embargo, a partir de los años ochenta, fueron apareciendo propuestas y métodos que encaminaron a la nueva tendencia en el aprovechamiento maderable: el Aprovechamiento de Impacto Reducido (AIR) (CATIE 2006).

El AIR plantea una serie de prácticas mejoradas que permiten la reducción de daños ocasionados por la tala y extracción, sobre el bosque residual y el suelo; basados en un esquema operativo ordenado y una planificación a largo plazo del uso de la tierra (Bull *et al.* 2001; CATIE 2001b; CATIE 2006). Las medidas más relevantes dentro de esta tendencia de aprovechamiento son (CATIE 2001b; CATIE 2006):

- Planificación previa del aprovechamiento: contempla la elaboración de mapas para ubicar los árboles que se van a extraer, las principales características del terreno y las áreas de protección.
- Diseño, construcción y mantenimiento adecuado de caminos, pistas de arrastre y ubicación de patios de montaña.
- Habilitación del espacio circundante de corta: la corta de lianas y bejucos cuando se considere necesario, puede disminuir los daños durante la extracción.
- Operaciones de corta: que implica el empleo de técnicas de tala dirigida y correcto troceo de los fustes.
- Operación de extracción: el arrastre de las trozas se hace desde las pistas, las cuales se trazan teniendo en cuenta las pendientes, los cursos de agua y la ubicación de los árboles que se extraerán.
- Protección de la capa vegetal y cuerpos de agua: los daños se minimizan reduciendo el uso de la pala del tractor, estableciendo drenajes transversales en la red vial y zonas de amortiguamiento cerca de los cursos de agua y el paro de operaciones mientras llueve.
- Transporte de productos: el mantenimiento de los caminos evita la erosión excesiva y reduce problemas de seguridad.
- Evaluación posterior al aprovechamiento: representa un recuento de la operación en términos de costos e ingresos, logro de objetivos silvícolas, magnitud del daño de árboles remanentes, superficie alterada por caminos y pistas de arrastre. Este aspecto es importante, ya que revela cuan efectiva fue la planificación del aprovechamiento y la capacitación de los operarios.

Contexto mundial de la producción y aprovechamiento forestal maderable en bosque natural

Los bosques tropicales de producción son aquellos sitios donde la producción y el aprovechamiento de madera es uno de los objetivos primordiales (OIMT y UICN 2009). Son las áreas de donde proviene la mayor parte de la madera que se consume en el mundo (FAO 2016a). Para el 2015, el área ocupada por estos bosques fue alrededor de 1 200 millones de ha (31 % de la superficie de bosque mundial), de las cuales más de la mitad se ubican en países de altos ingresos y solo un 8 % en países de bajos ingresos. Por otra parte, los bosques de uso

múltiple son aquellos en los que, además de la madera, se obtienen otros bienes como los productos forestales no maderables (PFNM). Cuentan con una superficie aproximada de 1 000 millones de ha (28 % de los bosques del mundo), de ellas, dos tercios se sitúan en países de altos ingresos y solo una décima parte en países de bajos ingresos. En el 2011, se reportó una extracción de madera de 3 000 millones de m³; donde la India, Estados Unidos, Brasil, la Federación de Rusia y Canadá figuran como los países con los mayores volúmenes extraídos (FAO 2016a).

En el mediano plazo se pronostica un panorama particular, donde se espera un aumento en la demanda de los productos maderables, mientras que el área de bosques de producción y de uso múltiple se mantendrá estable o disminuirá. En los países de altos ingresos, la madera para combustible aumentará, producto de la necesidad cada vez más creciente de invertir en fuentes energéticas renovables y climáticamente compatibles; contrario a ello, en los países de bajos ingresos, el consumo de madera se mantendrá constante. Entonces, ese aumento de las extracciones de madera y la disminución de bosque per cápita revela que más madera deberá producirse en menos tierras de vocación forestal (FAO 2016a).

Esta proyección podría provocar algún tipo de inquietud respecto al futuro de los bosques; sin embargo, algo merecido de destacar es que en las últimas dos décadas el área de bosque que cuenta con un plan de gestión forestal ha aumentado. Más de la mitad de la superficie forestal mundial (2 100 millones de ha) se encuentra sometida a una planificación y ordenamiento forestal sostenible, lo cual evidencia un interés creciente en gestionar los bosques, para que puedan prestar bienes y servicios a largo plazo (FAO 2016a).

Contexto del aprovechamiento forestal maderable en bosque natural en Costa Rica

En un principio el aprovechamiento de bosques en el país estaba ligado principalmente al cambio de uso de la tierra, consecuencia de la expansión agropecuaria. El bosque era visto como un bien residual de poco valor, y la actividad forestal se consideraba como oportunista: aprovechando la madera que se talaba después del desmonte. La frontera agrícola avanzaba y las actividades maderables dentro del bosque eran de carácter extractivas, sin ningún criterio silvicultural (MINAE 2002).

En la década de los ochenta, se empieza a generar discusión y presión, por parte de la sociedad civil y la comunidad científica internacional y nacional, alrededor del tema de la desaparición

de los bosques; tanto así que en 1987 el Gobierno llegó a declarar emergencia nacional en el sector forestal, y suspendió todas las actividades de aprovechamiento en bosque natural (Maginnis *et al.* 1998, MINAE 2002). Esto provocó el establecimiento, a finales de los ochenta y principios de los noventa, del ambiente propicio donde el sector público y privado formuló, desarrolló e impulsó un modelo de manejo de bosques apegado al esquema policíclico, de uso racional y aprovechamiento de bajo impacto; de lo cual se crearon normativas nuevas e instrumentos técnicos mejorados, así como en la reorganización del aparato institucional que atiende el sector (Maginnis *et al.* 1998, MINAE 2002).

En esa coyuntura sobresalió el trabajo que venían efectuando el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), la cooperación internacional con proyectos como COSEFORMA, convenio costarricense-alemán y el proyecto de Manejo Integrado de Bosque Natural, financiado por el Reino Unido; la Asociación Guanacasteca de Desarrollo Forestal (AGUADEFOR), la Fundación Neotrópica y la Fundación TUVA. Organizaciones que sumaron experiencias en investigación, ejecución, capacitación y apoyo técnico en silvicultura y manejo de bosques a distintos actores del sector forestal; que sirvieron como base para optimizar los procedimientos y guías de planificación del manejo forestal (CATIE 2006; MINAE 2002; Maginnis *et al.* 1998).

Los aprovechamientos se efectuaron en sitios que hoy forman parte de cuatro áreas de conservación: Cordillera Volcánica Central (ACCVC), Tortuguero (ACTO), Arenal-Huetar Norte (ACAHN) y Osa (ACOSA) (SINAC 2011). En estas áreas, el patrón histórico de manejo forestal se ha comportado de manera similar, en donde los incentivos para manejo y la entrada en vigencia de la Ley Forestal N° 7575 tuvieron un papel clave en la adopción de esta actividad por parte de los dueños de bosque. Previo a la aprobación de la ley y hasta 1999, hubo un auge en los planes de manejo de bosque, el interés por someter estas tierras al aprovechamiento maderable pudo deberse al portillo, que en un principio dejó la ley, al posibilitar el manejo de fincas sin inscribir; sumado a ello, el Certificado de Abono Forestal para Manejo de Bosques (CAFMA) fue un incentivo bien aceptado por los productores (Arroyo-Mora *et al.* 2014). En 1999, este incentivo desaparece, además se inicia una excesiva regulación del Estado al manejo de bosque; a partir de ese momento comienza a decrecer la cantidad de planes de manejo presentados ante la Administración Forestal del Estado (AFE) (Camacho 2015; SINAC 2011).

En la actualidad, a pesar de que son pocas las áreas donde se realiza manejo forestal (FAO 2016b; SINAC 2013), los volúmenes de madera que se solicitan y aprueban provienen de las mismas Áreas de Conservación que en la década de los noventa; a excepción de ACOSA, en donde hace poco más de 15 años existe una veda administrativa al manejo forestal en bosque natural (Camacho 2015). De esas tres áreas de conservación con planes de manejo presentados recientemente, el ACAHN reporta los mayores volúmenes autorizados y extraídos anualmente (SINAC 2011, 2012, 2013, 2017). Desde hace varias décadas atrás, en la zona norte, la producción forestal se convirtió en un componente importante dentro del sistema de finca, junto con la ganadería (Maginnis *et al.* 1998); situación que pone en evidencia el desarrollo que se ha logrado, la capacidad instalada y el mayor dinamismo de los actores involucrados de esa región en comparación con las demás.

Hoy existe una baja adopción del aprovechamiento forestal como actividad productiva, que no obedece a una disminución en la disponibilidad de tierras forestales. Costa Rica cuenta con 2 647 470,14 ha de cobertura forestal (52,4 % del territorio nacional) distribuido en bosques maduros, bosques secundarios, rodales de mangle, bosque de palmas y plantaciones forestales (REDD/CCAD/GIZ y SINAC 2015). Al descartar aquellas áreas boscosas que se encuentran bajo una categoría de manejo que imposibilita el aprovechamiento (parques nacionales, reservas absolutas, reservas biológicas, territorios indígenas, territorios de protección de acuíferos, áreas de protección de ríos y terrenos con limitaciones por pendientes), se tienen una diferencia de 1 170 176 ha (44,3 %), las cuales son tierras con bosque en donde se puede realizar manejo forestal (Camacho 2014). Estas, a su vez, se conforman de dos áreas:

- Áreas de manejo forestal con condiciones especiales (302 586,2 ha; que representan 11,5 % de la cobertura forestal total) en las que se requiere viabilidad ambiental de SETENA.
- Áreas de manejo forestal sin condiciones especiales, (867 590,4 ha; que representan 32,8 % de la cobertura forestal total), en donde se debe cumplir con la normativa vigente para el aprovechamiento de madera (Camacho 2014).

A pesar de que la madera proveniente de bosque incrementó en el último año, pasando de 35 624 m³-r en el 2015 a 49 318,0 m³-r en el 2016, esa proporción sigue siendo poco significativa dentro del aporte al abastecimiento de madera local; que representa únicamente el 5,1 % del

total cosechado en el 2016 (965 602 m³de madera en rollo) (Barrantes y Ugalde 2017); lo que evidencia que el manejo forestal aun no logra posicionarse como una actividad productiva, con potencial para la conservación de los ecosistemas forestales (Campos *et al.* 2007). Mientras tanto, se siguen reportando pérdidas de bosque, en especial en bosques maduros, con tasas de deforestación del 4 % entre el 2000-2012 (Agresta *et al.* 2015), sumado al aumento del área de pastos y agricultura, que genera presión sobre las áreas forestales maduras y regeneradas (Sierra *et al.* 2016).

Marco legal del modelo actual de MFS en Costa Rica

El concepto de MFS dentro de la normativa ambiental en Costa Rica empezó a darse un lugar más notorio cuando se promulgó la Ley Forestal N° 7575 en 1996. A pesar de que en esa ley aún no se definía el MFS como tal, comienza a marcar la pauta y crea un marco de referencia. El artículo 1 de la ley, establece que el Estado debe procurar por la conservación, protección y administración de los bosques naturales y las actividades que se desarrollen a partir y dentro de ellos; llámese producción, aprovechamiento, industrialización y fomento de los recursos forestales. El artículo 20 de la ley aclara que el plan de manejo es el instrumento legal para manejar bosques y que este solo podrá aprovecharse si se cuenta con uno aprobado por la AFE. Adicionalmente, en los artículos 14 y 16 del reglamento a la Ley Forestal (Decreto Ejecutivo N° 25721-MINAE) se amplía la necesidad de contar con un plan de manejo que siga los criterios de sostenibilidad; el cual debe ser supervisado y firmado por un profesional forestal.

Dos años después de oficializada la Ley Forestal, se decretan en 1998 los Principios, Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal y la Certificación en Costa Rica (Decreto Ejecutivo N° 27388-MINAE); en dicha norma se incluyen nueve principios para bosque natural y uno para plantaciones forestales; todos con sus respectivos criterios e indicadores. Luego en el 2002 se realizó una revisión y modificación de éstos, resultando una reducción a ocho principios (Decreto Ejecutivo N° 30763-MINAE).

Para el 2008 la Comisión Nacional de Certificación Forestal realizó la segunda revisión de los principios, criterios e indicadores; que determinó vía decreto los Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales (Decreto Ejecutivo N° 34559-MINAE). En esta última versión (que se mantiene vigente), se definieron tres instrumentos de trabajo:

- a) Los principios, criterios e indicadores: que velan por los intereses de la sociedad y pretenden medir la integridad ecológica de los bosques manejados. En esta ocasión se reducen a tres principios.
- b) El Código de Prácticas: que regula la actividad privada del manejo en el bosque como actividad productiva y define el campo de acción del ingeniero forestal, del regente forestal, del dueño del bosque y el encargado del aprovechamiento. Propone metodologías y buenas prácticas para realizar las operaciones de manejo.
- c) El manual de procedimientos: es el instrumento para la AFE, que plantea las pautas para garantizar la gobernabilidad y seguridad jurídica del sector forestal. Expone la forma de operar de la AFE al momento de entregar y controlar los permisos de aprovechamiento forestal, así como para definir el sistema de verificación y seguimiento de la madera autorizada.

Tuvieron que pasar 14 años desde la publicación de la Ley Forestal N° 7575, para que se incluyera de forma explícita el concepto de Manejo Forestal o Manejo Forestal Sostenible (MFS) en el marco jurídico nacional, siendo la base sobre la cual se rige la actividad en la actualidad. El Decreto Ejecutivo N° 36062-MINAET (2010:3) define al MFS como:

Administración del recurso forestal orientada a asegurar que todos los bienes y servicios derivados de los bosques abastezcan las necesidades actuales; mientras que al mismo tiempo aseguren su capacidad y contribución continua para las futuras generaciones. El manejo forestal abarca los aspectos administrativos, legales, técnicos, económicos, sociales y ambientales de la conservación, protección y uso de los bosques. Implica varios grados de intervención humana deliberada, que van desde acciones que intentan salvaguardar y mantener los bosques y sus funciones, a acciones destinadas a favorecer especies, o grupos de especies, valoradas económica o socialmente para mejorar la producción de bienes y servicios.

B. Valoración económica de la biodiversidad

Debido a la preocupación por el agotamiento de los recursos de la biodiversidad y los efectos que esto conlleva en la calidad de vida de las personas, se empezó a incluir dentro del pensamiento económico la idea de resguardar los ecosistemas; esto a su vez representaba una estrategia ante la necesidad de mantener a flote la actividad económica (Uclés 2006). En ese

complejo contexto, se acuña el concepto de ecodesarrollo o desarrollo sostenible, y con ello el surgimiento de dos planteamientos encargados de vincular el análisis del medio ambiente con la actividad económica: la economía ambiental y la economía ecológica (Hartley 2008; Cristeche y Pena 2008; Uclés 2006).

La economía ambiental utiliza los principios de la economía neoclásica y está relacionada con la economía de los recursos naturales. Integra o internaliza los costos ambientales (de extracción y uso de los recursos) en el entorno del mercado, permitiendo tomar decisiones económicas y ambientales óptimas y de eficiencia administrativa de los recursos (Hartley 2008; Cristeche y Penna 2008; Uclés 2006). Por la complejidad de los ecosistemas, muchas veces surgen problemas a la hora de asignar valores de mercado a los bienes y servicios, ya sea porque definitivamente no existe un mercado para ellos o porque están relacionados a los conceptos de externalidades, bienes públicos y recursos comunes. Es sobre ese problema donde la economía ambiental tiene un papel determinante, ya que proporciona análisis e instrumentos que permiten corregir esas fallas de mercado (Cristeche y Penna 2008).

Por su parte, la economía ecológica interpreta la relación economía - ambiente desde una visión transdisciplinaria, donde hay un espacio muy importante para las ciencias naturales (física, biología, ecología) y en especial para la termodinámica no lineal y sus leyes. Este planteamiento trata de estudiar la sustentabilidad ecológica de la economía, interpretando los flujos de energía y ciclos de materiales que existen dentro de los subsistemas y el ecosistema global, los cuales a su vez interactúan con la economía humana (Martínez y Roca 2013, Constanza *et al.* 1999). Este enfoque no descarta los principios de la economía convencional, sino supone la inclusión de esta como un insumo más, junto con otros, para lograr tres metas interdependientes: la escala sustentable, la distribución justa y la asignación eficiente (Martínez y Roca 2013).

1. Valor económico total

Desde el punto de vista de la economía ambiental se ha desarrollado un enfoque metodológico para la valoración económica de la biodiversidad, que se le ha denominado valor económico total y se deriva del paradigma de valor utilitario antropocéntrico; donde se trata de clasificar los bienes y servicios del ecosistema de acuerdo a cómo estos son utilizados (Cristeche y Penna 2008). El valor económico total se conforma básicamente de dos componentes: los valores de uso y los valores de no uso.

a) Valores de uso

Hace referencia al carácter instrumental que se le otorga a los bienes y servicios ambientales, es decir, el valor de utilización desde la perspectiva de producción y consumo (Azqueta *et al.* 2007; Cristeche y Penna 2008). Se divide en:

Valor de uso directo

Son los bienes y servicios del ecosistema que utiliza el ser humano de forma directa como, por ejemplo: cultivos agrícolas para alimentación, madera para la construcción, medicinas derivadas de productos naturales, entre otros. Estos a su vez se dividen en valores de uso directo “*para el consumo*” (trae consigo la reducción de la cantidad de un bien, cuando es consumido) y valores de uso directo “*para otro uso*” (no se reduce la disponibilidad cuando se utiliza el servicio) (Cristeche y Penna 2008).

Valor de uso indirecto

Se tratan de aquellos bienes y servicios que son el soporte del ecosistema y son necesarios (requisitos naturales o insumos intermedios) para la obtención de los bienes y servicios finales (valores de uso directo). Por ejemplo, la infiltración del agua y la polinización (Azqueta *et al.* 2007; Cristeche y Penna 2008).

Valor de opción

Se refiere al valor que experimentan las personas al no cerrar la oportunidad de utilizar el bien o servicio del ecosistema en el futuro. Este valor se divide en: *valor de opción*, cuando el valor de utilización futura se da por parte de las generaciones presentes; y el *valor de legado*, cuando el valor está dirigido a las generaciones futuras. Además, está el *valor de cuasi-opción*, que se da en un contexto de alta incertidumbre de lo que pueda suceder al utilizar los bienes y servicios; es una manifestación de la carencia de información científica y económica que se espera solventar en el futuro (Azqueta *et al.* 2007; Cristeche y Penna 2008).

b) Valores de no uso

Es un valor que no está relacionado a la utilización de un bien del ecosistema, para consumo ni otros usos, ni en el presente ni en el futuro. Se vincula con el disfrute o bienestar que tienen las personas al saber que un bien o servicio ambiental existe, aunque no sean usuarios de forma

directa o indirecta, y que no piensan serlo en el futuro. Se le suele llamar valor de existencia, valor de conservación o valor de uso pasivo (Azqueta *et al.* 2007; Cristeche y Penna 2008).

2. Análisis de costo - beneficio

El análisis de costo - beneficio (ACB) es una práctica que evalúa el peso entre las ventajas y desventajas de una determinada actividad; ya sea de sí misma o comparativamente con otras (Azqueta *et al.* 2007). Esta herramienta propone, a su vez, maximizar el bienestar social a través de la asignación eficiente de los recursos (Ortega-Aguaza 2012).

El ACB se divide en dos tipos: el Análisis de Costo - Beneficio Financiero (ACB Financiero), y el Análisis de Costo - Beneficio Social (ACB Social). El abordaje de cada uno de ellos, va a depender del tipo de elementos sobre los cuales se tenga un interés o finalidad particular. Según Azqueta *et al.* (2007), estos elementos corresponden:

- al *decisor*: puede ser público o privado, así como una persona física o jurídica;
- la *perspectiva*: también puede ser pública o privada;
- el *tipo de alternativas*: estas pertenecen a tres categorías de familias (inversiones, políticas y regulaciones);
- los *objetivos*: se definen según el tipo de decisor. Si el decisor es individual o privado, su objetivo será obtener una rentabilidad financiera positiva; en tanto, si el decisor es público, aparte de optimizar su ganancia monetaria, su objetivo principal es elevar el bienestar de las personas que representa. Dicho decisor busca, entonces, una rentabilidad económica y social de su alternativa.
- la *variable ambiental*: se considera este elemento por que la alternativa o actividad propuesta se desarrolla en este campo, o bien, provoca impactos ambientales significativos.

Así mismo, Azqueta *et al.* (2007) propone ocho etapas que se deben seguir en el Análisis Costo – Beneficio:

- a. Identificación de las alternativas relevantes: pueden ser varias alternativas para resolver un problema, o inclusive solo una, pero con la posibilidad de no llevarla a cabo o esperarse un año para realizar la inversión.

- b. Diseño de un escenario de referencia: implica la simulación de poner en marcha o no las diferentes alternativas que se tienen, y evaluar hasta qué punto se consigue (con cada una de ellas) el objetivo deseado por el decisor.
- c. Identificación de los costos y beneficios: en esta etapa se identifican los aspectos de cada alternativa, que alejan o acercan el cumplimiento de los objetivos planteados.
- d. Valoración de los costos y beneficios: cuando se tienen identificados los costos y beneficios se les otorga un numerario (unidad de medida común), que puede ser una unidad monetaria (ACB financiero) o una unidad de bienestar social (ACB social).
- e. Actualización: es una operación que reduce el flujo neto a un único valor presente, y que permite comparar la rentabilidad relativa de distintos proyectos que tienen perfiles temporales distintos.
- f. Riesgo e incertidumbre: es un hecho que los efectos positivos y negativos de una alternativa están sujetos, por su naturaleza misma, a un factor de riesgo e incertidumbre; por lo tanto, el analista debe tomarlos en cuenta para sopesar en el criterio de decisión a tomar.
- g. Criterios de selección: se tratan de indicadores de rentabilidad, que resumen los aspectos más importantes de todo el análisis efectuado.
- h. Seguimiento y control: después de tomar la decisión de cual alternativa es la idónea, se generan una serie de desviaciones o imprevistos que el analista debe tomar en cuenta para retroalimentar, enriquecer y mejorar el proceso.

Por el alcance e interés de esta investigación, el marco teórico honderá y será dirigido con especial atención en el ACB financiero; cuyo objetivo es determinar la rentabilidad financiera de un proyecto individual.

a) Tipos de rentabilidad del Análisis de Costo – Beneficio

Rentabilidad financiera

La rentabilidad financiera se manifiesta como un flujo de caja, ya sea positivo o negativo, en favor del propietario de un activo. Es una valoración de mercado de las funciones desarrolladas del activo; y que repercute sobre una persona física o jurídica, representante de intereses privados o colectivos (Azqueta *et al.* 2007). Este activo puede tomar un carácter privado,

reflejándose a través del valor presente neto del flujo de rentabilidad; es por eso por lo que también se le suele llamar rentabilidad privada (Riera y Muñoz 1994).

Rentabilidad económica

Para Azqueta *et al.* 2007, este tipo de rentabilidad hace referencia al impacto que tiene un activo sobre el bienestar de la sociedad como un todo; se distingue de la rentabilidad financiera, porque incluye todas las externalidades que genera sobre agentes económicos distintos a su propietario. Por otro lado, Sánchez (1994) afirma que la rentabilidad económica tiene por objetivo medir la eficacia de la empresa en la utilización de sus inversiones.

Rentabilidad social

La rentabilidad social permite conocer el impacto del activo que se analiza sobre el bienestar de todos los miembros de la sociedad. Hasta aquí la definición es semejante a la rentabilidad económica; sin embargo, se diferencia porque la rentabilidad social se emplea cuando el bienestar individual de cada uno de los miembros de la sociedad tiene una ponderación distinta (Azqueta *et al.* 2007). Así mismo, Sapag y Sapag (2008) indican que este tipo de rentabilidad persigue estimar el impacto de un proyecto en el crecimiento económico de un país, con la posibilidad de incorporar información de cambios en la distribución del ingreso. Más enfocado al sector forestal, Sánchez (2010) sugiere que la rentabilidad social es la suma de criterios privados y públicos, manifestado tanto en la rentabilidad privada del bosque como en el aporte de sus bienes y servicios ambientales.

b) Análisis de Costo – Beneficio Financiero

Este análisis examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores. El objetivo principal de este análisis es llegar a determinar la rentabilidad financiera (Azqueta *et al.* 2007). Para el caso del análisis *ex-ante*, el ACB financiero indica el momento en que se necesitan los fondos y cuando se espera recibir los ingresos. En tanto para el análisis *ex – post*, muestra el momento en que se realizó la actividad productiva y su flujo real de costos y egresos (CATIE 2001a).

Indicadores de rentabilidad

Son métodos o criterios de evaluación económica de proyectos, que se basan en el valor del dinero en el tiempo y que utilizan el concepto de flujo de caja descontado (Sapag *et al.* 2014; Jiménez *et al.* 2007). CATIE (2001a) indica que los cambios en el valor del dinero en el tiempo, necesariamente, implican la actualización del flujo de caja. Esta actualización se refiere a ubicar los valores futuros (o bien, los valores pasados) de costos y beneficios, en valor de hoy. Los indicadores más utilizados son Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), la relación beneficio/costo (RBC) y el Valor Esperado de la Tierra (VET).

(a) *Valor Presente Neto (VPN) o Valor Actual Neto (VAN)*

Es la diferencia entre todos los beneficios y todos los costos del proyecto en el periodo de análisis y expresado en moneda actual; esto quiere decir que es la sumatoria de beneficios netos actualizados. Este indicador propone aceptar la inversión cuando el resultado del VAN es mayor o igual que cero (Sapag *et al.* 2014; Jiménez *et al.* 2007; CATIE 2001a).

(b) *Tasa Interna de Retorno (TIR)*

Representa la tasa de descuento que permite que el valor actual de los beneficios sea igual al valor actual de los costos, es decir, es la tasa de actualización que conlleva a que el VAN sea igual a 0 (Sapag *et al.* 2014; Jiménez *et al.* 2007; CATIE 2001a).

(c) *Relación Beneficio / Costo (R B/C)*

Este indicador divide el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos, es un complemento del VAN y representa una medida de rendimiento en términos relativos. El criterio de aceptación de la inversión se da cuando la R B/C es igual o mayor que 1 (Sapag *et al.* 2014; Jiménez *et al.* 2007; CATIE 2001a).

(d) *Valor Esperado de la Tierra (VET)*

Se refiere al valor actual de una serie perpetua de ciclos productivos de una actividad, se puede decir que es el equivalente al VAN pero visto desde un periodo infinito de tiempo y se adapta justamente para calcular el valor del activo tierra. Se le ha otorgado la denominación de voluntad de pago por el activo tierra y también es conocida como la fórmula de Faustmann (CATIE

2001a; Navarro 2004a; Navarro 2007). Así mismo este indicador tiene una doble función, que puede ser utilizado para determinar el turno productivo óptimo donde se máxima la inversión en términos monetarios (Navarro y Bermúdez 2006).

(i) *Valor del Bosque (VB)*

Este indicador se ha formulado específicamente para el análisis económico del manejo forestal del bosque. Navarro (2004b) sostiene que el VB se basa en el teorema de Faustmann-Pressler-Ohlin, el cual propone que los árboles deben ser cosechados cuando el crecimiento porcentual del valor del bosque (tierra + ecosistema forestal) es igual a la tasa de descuento. El VB como un derivado del VET analiza una inversión a través de una serie perpetua de ciclos productivos; sin embargo, el mismo autor lo adaptó para un único ciclo de corta. Esto supuso la modificación de la fórmula, con la inclusión de la venta del bosque a precio de mercado, justamente después de la venta de la madera.

Adicionalmente, para el análisis de actividades que se desarrollan en un periodo menor a un año (corto plazo), se utilizan otro tipo de indicadores, a los que se les denomina *Indicadores No Descontados* (CATIE 2001a) o *indicadores anuales* (CATIE 2012); entre ellos el margen bruto, el margen de utilidad neta y la relación ingreso/costo.

3. Análisis financiero dentro del manejo forestal: finalidad e importancia

Cuando se habla de la sostenibilidad financiera del manejo forestal se está aludiendo directamente a uno de los planteamientos de la economía forestal. Esta disciplina establece la necesidad de orientar decisiones sobre el uso y aprovechamiento del bosque con la ayuda del análisis financiero. El objetivo de esta herramienta es identificar las opciones, sitios y sistemas de manejo rentables y no rentables para el productor, buscando compatibilidad con la seguridad y conservación del ecosistema forestal (Davies 1997; CATIE 2001a; Meza 2008). El análisis financiero muestra a su vez, el flujo de fondos de la actividad y, con esto, se abre la posibilidad de conocer, de previo, las necesidades de capital de inversión y operación durante el ciclo productivo o de corta (CATIE 2001a).

La finalidad principal y tangible del análisis financiero es determinar la rentabilidad financiera; la cual se puede evaluar en dos momentos: previo a la ejecución de la actividad, para conocer cuál es la probabilidad de que el propietario gane o pierda dinero (*ex-ante*); o posterior al

manejo, para determinar las ganancias o pérdidas obtenidas y su rendimiento financiero (*ex-post*) (CATIE 2001a). Los propósitos que busca este tipo de análisis son (CATIE 2001a; Maginnis *et al.* 1998):

- Identificar la estructura de costos del manejo.
- Determinar la sostenibilidad financiera del manejo de bosques.
- Evaluar la factibilidad de los planes de manejo.
- Buscar opciones más rentables.
- Brindar una herramienta de planificación al técnico forestal.
- Definir políticas de incentivos forestales.
- Evaluar los cambios en la política forestal.

Por su parte, Maginnis *et al.* (1998) proponen una serie de pasos para efectuar un análisis financiero de un plan de manejo forestal:

1. Definir los objetivos de manejo.
2. Identificar y recolectar los datos pertinentes sobre costos e ingresos.
3. Descontar todos los costos y beneficios a sus valores actuales respectivos.
4. Efectuar un análisis de sensibilidad de los parámetros clave.

En la ejecución de los pasos anteriores, el Análisis Costo – Beneficio (ACB) se convierte en un elemento clave. Este método simple y cuantitativo permite medir el flujo de ingresos netos que se generan en el periodo o ciclo de corta, revelando a los involucrados cuán maximizada es la rentabilidad; esto es un punto de referencia para elegir entre opciones técnicas y financieras de manejo del bosque (Maginnis *et al.* 1998).

a) Nivel de Análisis Financiero

Para este proceso el CATIE (2001a) ha sugerido tres niveles de análisis:

1. El análisis del aprovechamiento forestal: responde al interés privado de los dueños de bosque, industriales o madereros; que se enfocan en conocer cuánto se gana o se pierde en un aprovechamiento forestal. Incluye las siguientes variables:
 - a. Jornales por actividad de aprovechamiento.
 - b. Horas-máquina y/o horas-animal por actividad de aprovechamiento.
 - c. Precios.

- d. Cantidad de productos maderables por tipo de producto.
 - e. Costos de construcción y mantenimiento de caminos.
 - f. Costos de comercialización.
 - g. Costos de seguridad social (cargas o beneficios sociales).
 - h. Seguros (riesgos de trabajo).
 - i. Cargas financieras por aprovechamiento.
 - j. Costos de regencia, asesorías y similares por aprovechamiento.
 - k. Costos por administración del aprovechamiento.
 - l. Costos de administración por aprovechamiento.
 - m. Gastos generales por aprovechamiento.
2. El análisis del manejo del bosque: responde a los objetivos de individuos o empresas, técnicos e investigadores de instituciones interesadas en conocer la rentabilidad del manejo sostenible de los bosques. Incluye las siguientes variables:
- a. Variables del aprovechamiento.
 - b. Costos de estudios de campo (POA, muestreos).
 - c. Jornales por actividad de manejo.
 - d. Horas-equipo y herramientas por actividad de manejo.
 - e. Precios (jornal, equipos y herramientas).
 - f. Cantidad de productos (maderables y no maderables por producto).
 - g. Precio de productos.
 - h. Costos de regencia, asesorías y similares por manejo.
 - i. Impuestos, garantías y similares por manejo.
 - j. Incentivos para el manejo de bosques.
 - k. Administración por manejo.
 - l. Gastos generales por manejo.
3. El análisis de la empresa forestal: responde al interés de investigadores, administradores, empresarios forestales y tomadores de decisión; de conocer posibilidades y opciones de desarrollo sostenible. Incluye las siguientes variables:
- a. Variables del aprovechamiento y manejo.
 - b. Costos legales (constitución de la empresa, asesoría).
 - c. Costos de administración de la empresa.

- d. Tarifas e impuestos forestales por empresa.
- e. Incentivos a la protección del bosque.
- f. Edificaciones, construcciones y similares.
- g. Costos de control y protección.
- h. Costos generales de la empresa.

C. Costo de oportunidad del Manejo Forestal Sostenible y actividades alternativas de producción primaria agropecuaria

La toma de decisiones, indistintamente, implica un costo de oportunidad manifiesto. La acción de elegir alude al principio de que los recursos son escasos o limitados, y que la mayoría de estos tienen usos alternativos (Sullivan *et al.* 2004, Case y Fair 1997; González s.f.). Precisamente, el costo de oportunidad se refiere aquello a lo que se renuncia por no haber elegido otra opción. Es decir, el beneficio que se deja de percibir cuando se abandona la opción de usar o invertir los recursos en otra alternativa (Case y Fair 1997; Sapag y Sapag 2008). Además, Sapag (2007) menciona que el costo de oportunidad está relacionado a la rentabilidad alternativa en el uso de los recursos.

Al vincular los diferentes usos del suelo dentro de ese marco conceptual económico y al destacar el rol del bosque dentro de la economía local, el costo de oportunidad vendría a representar la diferencia entre los beneficios que genera el ecosistema forestal respecto a los beneficios que podrían haberse generado por los usos alternativos (Malky *et al.* 2012).

El MFS busca ser competitivo dentro de un sistema productivo en el cual las actividades con mayores rendimientos económicos generan presión sobre el bosque. Entonces, el costo de oportunidad en este caso refiere a la rentabilidad neta que se pierde por dedicar el uso del suelo a la actividad forestal, en lugar de utilizarla en otra actividad productiva; llámese agricultura, ganadería, o bien, conservación absoluta del ecosistema forestal (Vega-Araya 2014; Navarro y Bermúdez 2006; Kniivilä y Saastamoinen 2002; CATIE 2001a).

El análisis de costo de oportunidad ha tomado auge en la última década, específicamente en el contexto de formulación de políticas nacionales e internacionales alrededor del tema de usos de la tierra, predicción de cambios de usos de la tierra y carbono forestal (Vega-Araya 2014; Malky *et al.* 2012; Leguia 2013; White y Minang 2011; Pagiola y Bosquet 2010). A tal punto, que la Contraloría General de la República, en el 2011, sugirió a las autoridades ambientales de Costa

Rica, ajustar las modalidades de pago y tarifas del PSA de acuerdo al costo de oportunidad asociado al uso de la tierra (CGR 2011).

Este tipo de análisis se reconoce como esencial, ya que es la categoría más importante de costos que un país podría incurrir si reduce la tasa de pérdida de bosque. Su determinación juega un papel central en el entendimiento de las causas de la deforestación y la degradación, permitiendo revelar el tipo de intervención y mecanismos necesarios para reducirla y evitar mayores consecuencias sociales ligadas a los bosques (Pigiola y Bosquet 2010). Aunado a ello, Leguia (2013) puntualiza las razones de porqué es útil el análisis de costo de oportunidad:

1. Reflejar cómo la problemática asociada a la pérdida del bosque, afecta económicamente de forma diferenciada a distintos grupos.
2. Clarificar los costos y los beneficios privados y sociales de formas alternativas de uso de la tierra.
3. Entender, desde una perspectiva microeconómica, las causas de la deforestación.
4. Identificar cuál es la compensación adecuada para evitar cambios en el uso del suelo forestal.
5. Planificar en el mediano y largo plazo las estrategias para ejecutar proyectos exitosos.
6. Entender los contextos biofísicos y socioeconómicos locales que a su vez contribuyen al ajuste de los incentivos económicos públicos, y, por ende, a la variabilidad de los costos de oportunidad.
7. Definir estrategias que restrinjan la deforestación en áreas productivas.

III. MÉTODOS

A. Enfoque de la investigación

Este trabajo se centra en un enfoque investigativo mixto, el cual pretende hacer una descripción, predicción y explicación de la rentabilidad del manejo forestal (enfoque cuantitativo) y, además, se orienta en la exploración, descripción y entendimiento de algunos factores que impactan socioeconómicamente al productor forestal (enfoque cualitativo).

El estudio mantiene una línea equilibrada entre lo cualitativo y lo cuantitativo, lo que se expone en su mayoría, se basó en la recolección de datos como observación no estructurada, entrevistas semiestructuradas, revisión de documentos, evaluación de experiencias e interacción con un grupo de involucrados directos en la actividad, y de forma paralela se construye un abordaje y análisis aritmético – estadístico; permitiendo validar lo que el enfoque cualitativo explica. El propósito de la investigación consiste en reconstruir o evaluar la práctica del manejo forestal de bosque natural durante un periodo y área geográfica determinada, tratando de aportar insumos para caracterizar el contexto de dicha actividad. Así mismo, se considera como una evaluación *Ex – Post*, ya que evalúa los resultados de las fases del aprovechamiento forestal que ya fueron ejecutadas.

El alcance de la investigación se limita a la valoración económica de un solo uso directo del ecosistema forestal, en este caso la madera. No se pretende dar valores económicos totales del uso del bosque, ya que se tiene claro que una valoración va más allá del aprovechamiento de un único bien o servicio ambiental.

B. Área de estudio

El proyecto se desarrolló en el Área de Conservación Arenal-Huetar Norte (ACAHN), ubicado entre el Río Las Haciendas en Upala hasta el Río Sarapiquí, en la Virgen de Sarapiquí. Al norte limita con Nicaragua, al oeste con la Cordillera de Guanacaste, al este con el río Sarapiquí y Toro Amarillo, y al sur colinda con el cantón de Naranjo. Su extensión representa el 13 % del territorio nacional (6 724,67 Km²) y es la región con mayor dinámica de aprovechamiento forestal en bosque natural del país (SINAC 2011, 2012 y 2013). Las fincas empleadas para el análisis son de tenencia privada y se ubican en los cantones de San Carlos (distritos Florencia,

Cutris y Pital), Los Chiles (distrito Los Chiles), Upala (distrito San José) y Sarapiquí (distrito Cureña) (Figura 1).

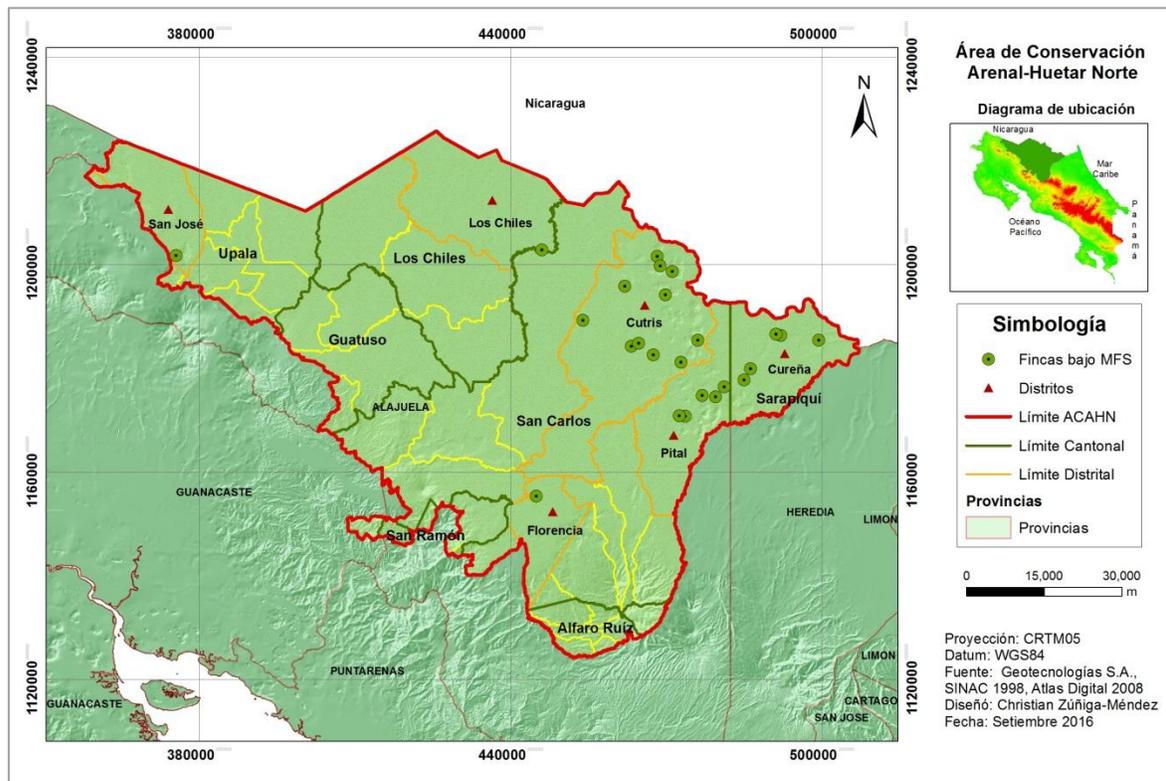


Figura 1. Ubicación geográfica del ACAHN y de las unidades de manejo forestal analizadas.

Los sitios manejados pertenecen a las formaciones de bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano transición a basal; según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1977). De las 24 UMF, un 62 % se ubican dentro de la categoría de tipo de bosque Qp, que son ecosistemas forestales con predominancia de especies como *Qualea polychroma*, *Dipteryx panamensis*, *Vochysia ferruginea*, *Couma macrocarpa* y varias especies de palmas arborescentes; con área basal promedio de $14,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Otro 21 % de los PM se ubican en bosques tipo Pp, que son sitios con alta dominancia de la especie *Pentaclethra macroloba* y de varias especies de palmas arborescentes; con áreas basales promedio de $18,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$. Las demás UMF se ubican dentro de dos tipos de bosques: Dg (dominancia de *Dialium guianense* y *Apeiba membranacea*, con área basal promedio de $19,4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) y Pc (dominancia de *Pentaclethra macroloba*, *Carapa guianensis*, *Welfia georgii* y *Socratea exorrhiza*, con área basal promedio de $26,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) (Ortíz-Malavassi *et al.* 2013; Sesnie 2006).

C. Población y muestra

Para seleccionar la población se tomó como criterio analizar solo aquellos Planes de Manejo (PM) que fueron aprobados por la Administración Forestal del Estado (AFE) durante el periodo 2010 – 2013 a lo largo del ACAHN. Se realizó una corroboración del número de PM en las tres subregiones del área de conservación, determinando un total de 24 expedientes que cumplieran con el criterio previamente establecido (cuadro 1). Considerando el número reducido de PM, se decidió utilizar como población de estudio los 24 sitios sometidos a manejo forestal por vías legales; por tanto, no fue necesario definir una muestra.

Cuadro 1. Distribución de los PM aprobados en el 2010-2013, según Subregión del ACAHN.

Subregión SINAC	Cantidad de PM				
	2010	2011	2012	2013	Total
Pital – Cureña	5	0	2	3	10
San Carlos – Los Chiles	3	5	3	2	13
Upala – Guatuso	0	0	1	0	1
TOTAL	8	5	6	5	24

Es necesario mencionar que, para los cálculos de rentabilidad, solo se emplearon aquellos PM con un avance de aprovechamiento del 100 %. Para el momento de la consulta, únicamente 17 de los 24 PM habían concluido con la etapa operativa de extracción de la madera. Esta decisión se fundamentó en la necesidad de contar con un set de datos completos del volumen extraído en cada unidad de bosque.

D. Levantamiento y fuentes de información

Se efectúa un levantamiento de información de fuentes primarias y secundarias tomando como referencia toda la documentación existente en el expediente de la unidad de manejo. Las fuentes se dividen en:

- a. Documentación de los 24 planes de manejo: se levantó información de los documentos legales, documentos técnicos (plan general y plan operativo), resolución administrativa del SINAC, informes de regencia forestal y guías de transporte de la madera.

- b. Entrevista semiestructurada: se aplicaron 21 entrevistas a propietarios de bosque (87 % de la población utilizada); cinco entrevistas a los planificadores del aprovechamiento (una a CODEFORSA, una a FUNDECOR y tres a regentes particulares); y siete entrevistas a extractores, transportistas e industriales de la madera vinculados a los estudios de caso (Apéndice 1 y 2). Así como 23 consultas a profesionales ligados al sector forestal y agropecuario (Apéndice 3).
- c. Otras fuentes: se consultaron bases de datos para la clasificación por dureza de la madera, publicaciones de precios referencia de la madera de la Oficina Nacional Forestal (ONF), así como información financiera específica que apoyara el análisis de rentabilidad.

E. Proceso metodológico

1. Fase I. Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural y factores de influencia

La investigación se basó en estudios de caso en los que se trató de abarcar la compleja dinámica del manejo forestal. A partir del análisis de cada unidad, se logró hallar generalidades y puntos comunes que dan evidencia de algunos factores económicos con influencia en el modelo actual de manejo. A continuación, se explica el procedimiento empleado para el levantamiento y análisis de la información:

a) Clasificación de las unidades de manejo según área efectiva

Se realizó una clasificación según el área efectiva de aprovechamiento de las diferentes unidades de manejo en la zona de estudio; esto requirió establecer rangos de área efectiva. Se estratificaron aquellas unidades de bosque con condiciones similares, con ello se redujo la influencia de valores extremos en los cálculos de los indicadores (Ortiz y Carrera 2002).

Al contraponer el área efectiva de manejo con los costos totales de la actividad, se estableció una tendencia (economía de escala) que permitió definir los rangos de clase. Es así como, la clase 1 se definió en el rango menor o igual a 50 ha, en la clase 2 se ubicaron los bosques manejados mayores a 50 ha y menores o iguales a 100 ha; mientras que la clase 3 abarca todas aquellas UMF que superan las 100 ha (cuadro 2).

Cuadro 2. Clasificación de los aprovechamientos forestales, según área efectiva de manejo. ACAHN, Costa Rica.

Rango de área efectiva (ha)	Cantidad de UMF	Clasificación del aprovechamiento
0 – 50	9	Clase 1
50 – 100	5	Clase 2
> 100	3	Clase 3

Al definir la clasificación por área de manejo efectivo, también se establecieron diferentes escenarios de aprovechamiento forestal, los cuales representan los casos típicos de la zona de estudio. El abordaje de los cálculos de producción forestal, indicadores de rentabilidad y análisis, se basaron en esta clasificación.

b) Determinación del volumen comercial cosechado

Es necesario hacer una diferencia en la información recolectada del volumen comercial de las UMF. Existen dos escenarios: el volumen que la AFE aprueba al productor forestal con base en los estudios técnicos, y el que realmente se logra cosechar del bosque luego de las labores de aprovechamiento; para este estudio, los cálculos se hicieron sobre la base del volumen cosechado. La intención es que el análisis propuesto fuera más allá de lo que teóricamente tiene a disposición un bosque para la extracción de madera. Se pretendió que la producción a utilizar y su consecuente ligamen con el análisis de rentabilidad, estuviera basada en lo que se logra extraer del bosque y evidenciar lo que sucede en la práctica. Para ello, se recurrió a los informes de cierre de regencia forestal, donde se reporta el volumen comercial que fue cubicado y extraído realmente del bosque.

En primer lugar, se determinó una producción forestal promedio para la zona, calculada a partir de la ponderación entre los volúmenes de madera cosechada en cada estudio de caso y su área efectiva de manejo. Se obtuvo un dato de $m^3 ha^{-1}$, que para efectos de este análisis se llamará Volumen Comercial Periódico (VCP), el cual hace referencia a los m^3 de madera cosechada al final del Ciclo de Corta (15 años como mínimo según la normativa vigente).

El siguiente paso fue elaborar un modelo de producción compatible dentro del análisis de inversiones y que, a su vez, reflejara lo que finalmente se cosecha y se extrae de la unidad de

manejo. Se proyectó el VCP a partir del patrón de incrementos de volumen comercial de un bosque intervenido, elaborado por Meza (2008) con datos de parcelas permanentes. Del modelo de producción que define dicho autor, se calculó el porcentaje de incremento o disminución de volumen presentado, año con año, durante el ciclo de producción. Estos porcentajes o incrementos se utilizaron como referencias para proyectar el VCP de este estudio, obteniendo un dato de volumen comercial cosechado para cada año y por grupo comercial (cuadro 3).

Cuadro 3. Proyección del Volumen Comercial Periódico (VCP) a partir del modelo de producción de referencia.

Año	Volumen del modelo de referencia		Volumen cosechado en las UMF, según grupo comercial			
	Vol Total (m ³ ha ⁻¹)	Incremento anual (%)	Vol Total (m ³ ha ⁻¹)	Vol Duras (m ³ ha ⁻¹)	Vol Semiduras (m ³ ha ⁻¹)	Vol Suaves (m ³ ha ⁻¹)
1	-8,96	823 %	-9,76	-2,282	-6,563	-0,917
2	1,24	63 %	1,35	0,316	0,908	0,127
3	3,33	-16 %	3,63	0,848	2,439	0,341
4	2,87	20 %	3,13	0,731	2,102	0,294
5	3,57	16 %	3,89	0,909	2,615	0,366
6	4,23	5 %	4,61	1,077	3,098	0,433
7	4,47	10 %	4,87	1,138	3,274	0,458
8	4,95	10 %	5,39	1,261	3,626	0,507
9	5,48	9 %	5,97	1,396	4,014	0,561
10	6,05	8 %	6,59	1,541	4,431	0,619
11	6,61	8 %	7,2	1,684	4,842	0,677
12	7,17	20 %	7,81	1,826	5,252	0,734
13	8,95	10 %	9,75	2,28	6,555	0,916
14	9,92	9 %	10,81	2,527	7,266	1,016
15	10,88	-	11,85	2,77	7,97	1,11
16	10,49	-4 %	11,43	2,67	7,68	1,07
17	11,07	6 %	12,06	2,82	8,11	1,13
18	11,63	5 %	12,67	2,96	8,52	1,19

- Equivalencias

Madera en pie: 1 m³ = 362 pmt.

pmt = pulgada maderera tica, equivale a una pieza 1” x 1” x 4 varas (2,54 cm x 2,54 cm x 3,36 m).

c) Costos de las etapas del aprovechamiento forestal legal en bosque natural

A partir de la información recolectada, se logró desarrollar una estructura de costos específica para cada clase de aprovechamiento (Apéndice 4, 5 y 6). Con esta clasificación, se pretendió evaluar el impacto para la rentabilidad de los costos totales según área efectiva y desde la posición del productor forestal. Los costos son específicos para el escenario de venta de la madera en pie, que fue la forma de comercialización más común entre la población de estudio (54 % de los casos); por lo tanto, no se incluyen los egresos de las operaciones de aprovechamiento.

Se identificaron distintos tipos de costos asociados, divididos en tres grupos: tramitológicos – legales, técnicos – operativos y de formalización del permiso. El primer grupo incluye rubros como certificaciones emitidas por notarios públicos, Registro Nacional y Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS), certificaciones emitidas por topógrafos, o bien, poderes especiales para intermediario. Adicional, existen sitios que requieren viabilidad ambiental, por lo tanto, en este análisis se consideró como un costo tramitológico, ya que en ausencia de esta licencia no es posible optar por el permiso para operar en el bosque. Los costos técnicos – operativos se distribuyen en planificación del aprovechamiento y control forestal; en donde se circunscribe la visita de evaluación de factibilidad de la finca, la elaboración del plan general y operativo de manejo y la supervisión o regencia del aprovechamiento. En tanto, los costos de formalización del permiso se refieren a costos de seguimiento y costos de oportunidad burocrática; que reflejan lo que el propietario del bosque tiene que asumir indirectamente por la complejidad del trámite ante la AFE.

Costos de la tramitología legal

Esta es una de las primeras etapas dentro del proceso para optar por el permiso de aprovechamiento, contempló toda aquella documentación legal y de requisito por parte de la AFE para que el PM sea recibido, evaluado y, posteriormente, otorgada o no la aprobación.

Costos por la formalización del permiso

Se dividen en dos rubros: costos de seguimiento y costos de oportunidad burocrática. Se enfocan en aquellos costos adicionales que adquiere (indirectamente) el productor forestal por la espera y seguimiento de la formalización del permiso de aprovechamiento. Los costos de seguimiento son recursos anexos que se invierten al concretar el permiso (viáticos, transporte, comunicación,

entre otros); mientras que los costos de oportunidad burocrático se refieren al costo que significa el atraso en los ingresos netos por demora burocrática de la AFE en la aprobación del permiso (Navarro *et al.* 2006). Para determinar el rubro anterior, se acudió a la metodología propuesta por Navarro *et al.* (2006:15), quien indica que “este costo corresponde a la diferencia que existe entre recibir la ganancia de la actividad de madereo hoy, y recibir este mismo monto, pero descontado un tiempo después, a una tasa anual del 50 % (tasa de interés de prestamistas informales)”. Lo anterior se traduce de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \textit{Costo de oportunidad burocrática mensual} \\ & = \textit{ganancia hoy} - \left[\textit{ganancia hoy} \times \left\{ \left[1 + \left(\frac{0.5}{12} \right) \right]^{N^{\circ} \textit{ de meses}} \right\}^{-1} \right] \end{aligned}$$

Costos por planificación

Está conformado por dos costos: la evaluación de factibilidad del bosque a intervenir y la elaboración y diseño del Plan General / Operativo de Manejo.

Costos por control forestal

Hace referencia a los servicios de regencia durante la operación de aprovechamiento, que incluyen: la inscripción del contrato de regencia ante el CIAgro, las visitas de fiscalización del regente forestal, así como las guías de transporte y placas para las trozas.

Costos por administración y vigilancia

Estos costos se incluyen como parte del proceso de aprovechamiento, debido a que en algunos casos el dueño de bosque al momento del aprovechamiento designa personal exclusivo para la vigilancia, fiscalización y cubicación de la madera que se extrae del bosque; o bien, como personal permanente.

d) Precios de la madera y clasificación de especies según su dureza

A cada una de las especies que se cosecharon se le otorgó una clasificación según su peso específico; considerando a las maderas suaves en un rango entre 0 – 0,40 g/cm³, a las semiduras entre 0,40 – 0,60 g/cm³ y a las duras / finas por encima de 0,60 g/cm³ (Zúñiga 2016). Sin embargo, para el caso base del análisis de inversiones se utilizó una clasificación de especies según la distorsión que se da a la hora de la comercialización; donde el precio de la madera varía

no por una condición de dureza (criterio técnico) sino por efecto del mercado. Un ejemplo de esto es cuando una madera es comprada como suave teniendo propiedades físicas y mecánicas de semidura; o una madera dura se paga al precio de una semidura.

Los precios utilizados (₡/pmt) se obtuvieron a partir del reporte de la Oficina Nacional Forestal (Barrantes y Ugalde 2014); sin embargo, para aquellas especies que no contaban con reporte de precio para ese año, se subsanó mediante consulta a intermediarios e industriales y se generó un precio promedio para las especies según su clasificación de dureza (cuadro 4).

Cuadro 4. Precios promedios de madera en pie, utilizados para aquellas especies sin reporte específico. ACAHN, Costa Rica.

Precio de la madera en pie	Clasificación por grupo comercial		
	Duras y Finas	Semiduras	Suaves
₡/pmt	123	90	71
₡/m ³	44 526	32 580	25 702

e) Ingreso bruto por venta de la madera

Los ingresos brutos por venta de la madera son el producto de la multiplicación entre el volumen comercial extraído y los precios referencia en pie de las especies aprovechadas en cada uno de los casos. Se decidió utilizar el escenario de venta en pie, en vista de que esta forma de comercialización fue la más frecuente entre los dueños de bosque de la población de estudio.

f) Análisis de rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural

La rentabilidad se analizó desde dos perspectivas:

Análisis de rentabilidad en el corto plazo

Corresponde al análisis a través del margen de utilidad en el año o periodo donde se realizan las operaciones de extracción; se refiere a la observación de los ingresos y egresos en el corto plazo, que permitió acercarse y evidenciar la ganancia concreta obtenida en cada una de las UMF. A pesar de que es complejo traducir todas las particularidades de los estudios de caso, se sistematizó y se trató de replicar las experiencias de los aprovechamientos a nivel financiero. El primer paso fue hacer el cálculo individual para las UMF, y posterior a ello, se analizó por clase de aprovechamiento; obteniendo así una rentabilidad regional o típica para el área de estudio. El margen de utilidad se calculó a partir de los ingresos brutos menos los costos totales

actualizados, ambos desde la forma de venta de la madera en pie; para lo cual se utilizó la estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural. Este procedimiento se expresa de la siguiente forma:

$$MU = I_B - C_T$$

Donde,

MU = Margen de Utilidad neta, en ¢ ha⁻¹.

I_B = Ingreso bruto por venta de la madera, en ¢ ha⁻¹.

C_T = Costos totales de las etapas de aprovechamiento, en ¢ ha⁻¹.

Análisis de rentabilidad en el largo plazo: Análisis de inversiones

En este caso, se observó al aprovechamiento de bosque como una actividad de largo plazo, ubicada en un ciclo productivo o ciclo de corta en el que suceden diferentes movimientos que implican costos e ingresos para el productor forestal. El método utilizado para este análisis se basa en la adaptación del valor presente llevado a una serie perpetua para calcular el activo tierra, que se le conoce como valor esperado de la tierra (VET), o como la fórmula de Faustman (Navarro y Bermúdez 2006). Con ello se obtiene un análisis de inversiones del bosque bajo manejo forestal; y el producto final son los ingresos netos capitalizados (renta neta) del activo tierra durante los ciclos de corta futura. Así mismo, los autores mencionan que para la determinación de la renta neta dentro de una actividad como manejo forestal es necesario efectuar una adaptación de la fórmula del VET. Esto se justifica porque, según Navarro y Bermúdez (2006:13) “el ecosistema forestal y la tierra son activos que están íntimamente ligados y no es posible determinar cuál es la proporción de la renta neta que le corresponde a cada componente”. Para ello, se empleó la adaptación del VET denominada Valor del Bosque (VB); que establece la voluntad de pago que un inversionista puede ofrecer por la tierra limpia para dedicarla al manejo de bosque natural y al menos recuperar la inversión a una tasa mínima aceptable de descuento (Pitacuar 2010; Meza 2008; Navarro y Bermúdez 2006; Klemperer 1996).

Para obtener el Valor del Bosque (VB) se utiliza:

$$VB = \frac{(I_M) + [\sum_{y=1}^{Y=CC} (I_y - C_y)(1 + i)^{CC-y}]}{(1 + i)^{CC} - 1}$$

Donde,

I_M = ingresos netos por venta de la madera en pie

CC = ciclo de corta

$(I_y - C_y)$ = ingresos y costos periódicos de las actividades de manejo (planificación, control, PSA, administración y vigilancia) ejecutadas en cualquier año del CC.

$(1 + i)$ = tasa de descuento, donde i es la tasa mínima aceptable (TMA) del inversionista.

(a) *Modelo microeconómico*

El modelo de análisis de la inversión se elaboró a partir de varios componentes incluidos a lo largo del ciclo de corta:

- Costos periódicos capitalizados: se refiere a la diferencia entre todos aquellos ingresos y egresos fijos que ocurren durante el ciclo de corta. Contempló los ingresos por PSA, los costos que implica el PSA y los costos de administración y vigilancia de la UMF.
- Volumen comercial: este insumo se calculó a partir del volumen que realmente se extrajo de las UMF, se clasificó de acuerdo a su dureza (dura/fina, semidura y suave). Para más detalle, ver apartado Determinación del Volumen Comercial Cosechado.
- Precio de mercado de la madera en pie: se determinó un precio promedio ($\$/m^3$) según la dureza de la madera.
- Costo del manejo forestal: se refiere a todos los costos variables incluidos en la estructura de costos típica de la actividad.

Una vez que se obtuvieron estos insumos se procedió de la siguiente forma:

- Se calculó el ingreso neto de la madera: a partir del ingreso bruto por venta en pie menos los costos del manejo forestal.
- Se determinó la renta forestal futura: resultado de la diferencia entre el ingreso neto de la madera y los costos periódicos capitalizados.
- Por último, se calculó el VB: empleando la renta forestal futura y la tasa de descuento.

Este procedimiento se evidencia con la estructura del modelo, adjunto en los Apéndices 7, 8 y 9.

Además, se utilizaron los siguientes supuestos, dentro del modelo (Navarro y Bermúdez 2006):

- La tierra se utiliza como una medida de aceptación de la inversión, ya que se consideró como un bien de mercado que puede ser vendida, comprada y rentada en un mercado perfecto.
- Los precios de la madera y los costos de la actividad forestal se asumen como conocidos y constantes durante todo el periodo de análisis.
- Los rendimientos de producción forestal son conocidos a lo largo del ciclo, y se encuentran libres de riesgos biológicos y fenómenos naturales.
- La tasa de interés es conocida y constante durante todo el periodo.

(b) Tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

Para calcular la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento, se empleó lo sugerido por Navarro y Bermúdez (2006). Se utilizan las tasas de interés del mercado de capitales en sector agropecuario y forestal tanto del Banco Central como del FONAFIFO; así mismo se corrige la tasa de interés nominal por inflación al 2014. Con ello se obtienen tasas de interés y descuento reales (cuadro 5). El método tomado para calcular la tasa de interés real forestal “riesgo 0”, se basó en la fórmula sugerida por Rose *et al.* (1989):

$$Tasa\ de\ interés\ real = \left(\frac{1 + tasa\ nominal}{1 + tasa\ de\ inflación} \right) - 1$$

Cuadro 5. Información financiera empleada para el cálculo de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento.

Datos financieros y de capital	
Tipo de cambio (¢/\$) (BCCR 2014)	544,72
Tasa de inflación acumulada Dic. 2013 a Dic. 2014 (medida por el IPC)	5,13 %
Tasa de interés para crédito para fomento productivo forestal FONAFIFO	6,00 %
Tasa de interés préstamos Banca Estatal (BCCR 2014)	15,00 %
Tasa de interés real forestal "riesgo 0"	0,83 %
Premium riesgo inversión	1,00 %
Premium riesgo político	1,00 %
Tasa mínima aceptable (TMA)	2,83 %

Tipos de inversionistas definidos para el análisis

El tipo de inversionista se obtuvo a partir de una caracterización de la condición de liquidez y preferencias de inversión, aplicada a los dueños de bosques. La finalidad de dicha caracterización fue determinar una tasa real y emplearla como tasa mínima aceptable dentro del modelo microeconómico. Según los resultados de las entrevistas, se lograron identificar dos tipos:

- Inversionista arrendatario de capital: dueño de bosque que, aunque tiene capacidad de ahorro, no puede asumir la totalidad de costos que implica el aprovechamiento de bosque. Por lo tanto, debe solicitar un crédito en colones para el sector forestal de FONAFIFO (6 %), resultando una tasa real de 2.83 % (2014).
- Inversionista deudor: es el dueño de bosque sin la capacidad de ahorro para invertir o solventar los costos del aprovechamiento forestal, la condición de su economía familiar demanda de un flujo de caja con ingresos más periódicos. Es decir, tiene mucho más riesgo en sus finanzas al dedicarse a una actividad productiva como manejo forestal. Así mismo, requiere de un tercero que le proporcione el capital (bajo el concepto de crédito) para poder sufragar las etapas previas y de ejecución del aprovechamiento. Esta condición se representa tomando la tasa de interés de la banca nacional para el sector agricultura (15 % en el 2014), resultando una tasa real de 11.39 %.

(c) Caso base empleado para el análisis de inversiones

Para el caso base, se tomaron en cuenta aspectos comunes de las experiencias de aprovechamiento. A pesar de las particularidades entre uno y otro caso, los puntos de similitud se concibieron como el escenario típico encontrado en la Zona Norte, y refleja las condiciones y circunstancias que implica la actividad sometida al análisis. Los aspectos que definieron el caso base se puntualizan a continuación:

- La producción se basó en lo que efectivamente se cortó, cubió y extrajo del bosque; se utilizaron datos de volumen comercial cosechado y reportados en documentos regenciales; clasificado según la dureza de la madera. Esta clasificación incluyó la distorsión que se produce a la hora de la comercialización (por efecto del mercado); es decir, la forma en que se negocia actualmente las maderas duras/finas, semiduras y suaves.

- Se contemplaron los costos asociados a la actividad, clasificados en tramitológicos - legales, técnicos – operativos y formalización del permiso. Los costos por viabilidad ambiental quedaron descartados del caso base, ya que solo se presentan en UMF particulares.
- Se utilizó el tipo de inversionista *Arrendatario de capital*.
- El dueño de bosque no recibió ningún reconocimiento económico por los servicios ambientales (Pago por Servicios Ambientales).
- La venta de la madera se hizo en pie, el productor no invirtió en alquiler o compra de maquinaria, insumos ni mano de obra para la extracción del recurso. Este otorgó un derecho de uso de la madera al intermediario, quien dispuso del capital para efectuar el aprovechamiento; pagando un monto por pulgada maderera tica al propietario del bosque.

(d) *Análisis de sensibilidad*

Este análisis obedeció a la necesidad de resaltar el efecto que tiene la variación de algunos factores en la rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque. La sensibilización se aplicó sobre factores económicos-financieros del flujo de caja, bajo la condición *ceteris paribus*; que consiste en variar únicamente uno de los componentes cuando los demás permanecen constantes. Se utilizó: i) el pago por servicios ambientales (PSA), ii) el volumen comercial que autorizó la AFE, iii) los costos por formalización del permiso, iv) los costos por viabilidad ambiental, y, v) la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) que caracteriza al inversionista deudor. De igual manera, para este apartado se utilizaron las clases de aprovechamiento como base para el análisis.

(i) *Valor del Bosque (VB) incluyendo los ingresos por Pago por Servicios Ambientales (PSA)*

El Estado costarricense a través de FONAFIFO reconoce económicamente el aporte que realizan las fincas en la protección de los recursos naturales, una de sus modalidades se le denomina Manejo de Bosques. Esta es otorgada a aquellos inmuebles en los que se efectuó una cosecha respetando los Estándares de Sostenibilidad para el Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores. En el 2014 esta modalidad consideraba un pago de 25 250 ₡ ha⁻¹ año⁻¹, de los cuales se asume un 15 % para cubrir los costos de la regencia forestal.

Supuestos para la sensibilización:

- Volumen comercial cosechado.
- Tasa mínima aceptable de 2,83 %.
- Sin costos por viabilidad ambiental.
- Con ingresos por PSA durante todo el ciclo de corta (pago continuo durante los 15 años mínimos según lo dispone el Reglamento a la Ley Forestal 7575), empezando el reconocimiento un año después de la cosecha.

(ii) Valor del Bosque (VB) incluyendo la totalidad del volumen comercial autorizado por la AFE

Se incluyó este factor para evidenciar qué impacto tendría sobre la rentabilidad el aprovechamiento del 100 % del volumen comercial disponible en el bosque. Dicho volumen fue propuesto por el profesional forestal en el PM y aprobado por el SINAC para su aprovechamiento.

Supuestos para la sensibilización:

- Volumen comercial autorizado por la AFE.
- Tasa mínima aceptable de 2,83 %.
- Sin costos por viabilidad ambiental.
- Sin ingresos por PSA.

(iii) Valor del Bosque (VB) sin incluir los costos por formalización del permiso

Este factor se incluyó para evidenciar cuál es el comportamiento de la rentabilidad, al aislar los costos adicionales que se generan por el atraso en la aprobación del permiso de aprovechamiento por parte de la AFE. Para esta sensibilización no se incluyeron dentro de la estructura de costos, los rubros de costo de oportunidad burocrática ni los costos de seguimiento.

Supuestos para la sensibilización:

- Volumen comercial cosechado.
- Tasa mínima aceptable de 2,83 %.
- Sin costos por viabilidad ambiental.
- Sin ingresos por PSA.
- Sin costos por formalización del permiso.

(iv) Valor del Bosque (VB) incluyendo los costos por viabilidad ambiental

La viabilidad ambiental es requisito únicamente para aquellas UMF que están inscritas en un área ambientalmente frágil. Se incluyó este factor en el análisis de sensibilidad para evidenciar su impacto en la rentabilidad, que se manifiesta como un trámite legal para poder obtener el permiso de aprovechamiento.

Supuestos para la sensibilización:

- Volumen comercial cosechado.
- Tasa mínima aceptable de 2,83 %.
- Asumiendo costos por viabilidad ambiental.
- Sin ingresos por PSA.

(v) Valor del Bosque (VB) variando la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

Basado en la capacidad de liquidez y características de los dueños de bosque, previamente se definieron los tipos de inversionistas encontrados en la población de estudio. Uno de ellos es el inversionista típico (inversionista arrendatario de capital), cuyo perfil fue empleado dentro del caso base. El otro tipo de inversionista presentó mayores dificultades para llevar a cabo la actividad de manejo forestal. En este caso se analizó las particularidades de este último, comúnmente llamado inversionista deudor.

Supuestos para la sensibilización:

- Volumen comercial cosechado.
- Tasa mínima aceptable de 11,39 %.
- Sin costos por viabilidad ambiental.
- Sin ingresos por PSA.

2. Fase II. Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo desarrolladas en el ACAHN

Para esta sección, se tomó como base la metodología que Vega-Araya (2014) de la consultoría para FONAFIFO: “*Desarrollo de un modelo de montos diferenciados de PSA considerando el costo de oportunidad asociado al uso de la tierra*”. Sin embargo, la finalidad de esta sección era evaluar el costo de oportunidad de la actividad de aprovechamiento maderable en bosque, tomando en cuenta la dinámica actual de uso del suelo de la región. Por ello, fue necesario

realizar una serie de variantes, tanto en el enfoque como en los insumos utilizados, a la metodología original.

El modelo que se propuso para esta investigación se basó en tres insumos principalmente:

1. La distribución actual de las coberturas vegetales según el Inventario Forestal Nacional (IFN) 2013-2014 (REDD/CCAD/GIZ y SINAC 2015; Ortíz *et al.* 2013).
Nota aclaratoria: El término *Coberturas vegetales* dentro Inventario Nacional Forestal se utiliza para hacer referencia a los tipos de usos de suelo con presencia de vegetación. Sin embargo, de ahora en adelante y para efectos de este trabajo, se le denominará *Cobertura vegetal*.
2. La rentabilidad de las actividades de producción primaria agropecuaria que compiten por el uso del suelo.
3. La Plataforma de Valores Agropecuarios elaborado por el Órgano de Normalización Técnica del Ministerio de Hacienda; todos correspondientes al área de estudio.

El proceso se desarrolló a través de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permitió el procesamiento y depuración de datos de manera ágil, dando como resultado un insumo gráfico de fácil interpretación. El orden secuencial de los pasos se detalla seguidamente:

a) Definición del área de estudio

Si bien es cierto que el alcance geográfico a lo largo de la investigación ha sido el ACAHN, para esta segunda fase, el análisis de costo de oportunidad se desarrolló en la zona circunscrita al ACAHN con mayor concentración de PM. Es por ello, que se empleó como área de estudio los distritos de Cureña del cantón de Sarapiquí y Florencia, Pital y Cutris del cantón de San Carlos.

b) Distribución actual de la cobertura vegetal dentro del área de estudio

Se utilizó como unidad geográfica la información de Tipos de Bosques definidos en Costa Rica, que es resultado del IFN (Ortíz *et al.* 2013). Esta capa (*TiposdeBosque2012_INFv5*) refiere a las distintas coberturas vegetales distribuidas en el país, incluyendo los usos del suelo diferentes a bosque. Las clases incluidas y que aplicaron para este estudio se definen como:

- *Bosque maduro*: bosque producto de un proceso de sucesión que se ha mantenido ininterrumpido durante 75-100 años o más; compuesto por especies nativas de árboles; no representa huellas evidentes de actividad humana; sus procesos ecológicos no han sido alterados de forma apreciable.
- *Plantación forestal*: superficie arbolada en forma artificial mediante plantación o siembra. En general, los árboles pertenecen a una misma especie, tienen los mismos años de vida y presentan una distribución espacial homogénea.
- *Pastos*: áreas cubiertas por pastos herbáceos, carentes de cobertura forestal o con una cobertura menor al 10 %.
- *No forestal*: incluye los usos del suelo como cultivos agrícolas (banano, palma, piña, naranja, plátano, caña, melón, arroz, café, ornamentales, etc.), humedal con agua o pastos, agua limpia o agua con sedimentos, suelo desnudo, arena e infraestructura. **Nota aclaratoria:** para efectos de este trabajo, se le seguirá llamando *Cultivos Agrícolas*.

A pesar de que existen otras coberturas vegetales intrínsecas al área de estudio, como el bosque secundario y el bosque de palmas, se decidió no incluirlos dentro del análisis; y mantener únicamente el bosque maduro; ya que es el tipo de cobertura boscosa que reúne las condiciones para realizar la actividad de aprovechamiento maderable, según lo dispone los Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales.

c) Determinación de las alternativas de producción primaria agropecuaria, en competencia potencial con el bosque

Mediante solicitud al Centro de Información del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se tuvo acceso a datos de extensión sembrada (ha) de cultivos anuales, permanentes, forestales, ornamentales y pastos; así como información de ganado vacuno según propósito. Información específica para los cuatro distritos de estudio y tomada de las bases de datos del IV Censo Nacional Agropecuario 2014 (INEC 2014).

d) Determinación de la rentabilidad de las actividades de producción primaria agropecuaria

La rentabilidad de las actividades se obtuvo de la recopilación de varias fuentes secundarias (ONF 2017; Azofeifa *et al.* 2015; Vega-Araya 2014; Decreto N° 38323-MINAE 2014; Sánchez *et al.* 2013; López *et al.* 2011; Pitacuar 2010; Sánchez 2010; Navarro y Bermúdez 2006; Calvo

y Somarriba 1998). Al ser datos de diferentes años, los valores utilizados fueron indexados al 2014. Así mismo, para manejar un mismo indicador, se utilizó como unidad de medida el Valor Anual Equivalente (VAE), el cual es una equivalencia de lo que el productor recibiría de beneficio neto (€/ha/año), al dedicarse toda la vida a esa actividad; siempre y cuando las condiciones para desarrollarla se mantengan constantes. Se expresa de la siguiente manera:

$$VAE = VAN * \frac{i}{1 - (1 + i)^{-t}} = VET_{\infty} * i$$

Donde,

VAE = Valor Anual Equivalente

VAN = Valor Actual Neto

VET_∞ = Valor Esperado de la Tierra

i = tasa de descuento (para este procedimiento se utiliza una tasa de interés real de 5,2 %, genérica para todas las actividades productivas)

t = turno, ciclo de producción

En tanto para la actividad de aprovechamiento maderable, se utilizó el dato generado en el apartado de análisis de inversiones de la Fase I. De los tres valores del bosque (VB) calculados por clase de aprovechamiento, se tomó el de la Clase 2, que representa a la población típica y funciona como un valor medio.

e) Categorización de las actividades de producción primaria agropecuarias según coberturas vegetales y promedio ponderado de rentabilidad para cada clase

Una vez conocidas las principales actividades productivas y los tipos de cobertura vegetal que destacan en el área de estudio, se realizó un cruce entre las categorías de ambas fuentes de información; relacionando y vinculando en cada cobertura vegetal las actividades productivas que le correspondían. Es decir, los cultivos anuales y permanentes se categorizaron dentro de la clase *Cultivos Agrícolas*; los cultivos forestales fueron ubicados dentro de la clase *Plantación Forestal*; la ganadería vacuna (carne, leche y doble propósito) se le categorizó dentro de *Pastos* y la actividad de aprovechamiento maderable en bosque se ubicó dentro de la clase *Bosque Maduro*.

Para el caso del *Bosque Maduro* las únicas actividades productivas que legalmente se pueden desarrollar son el manejo forestal, el turismo y optar por el Pago por Servicios Ambientales. Este estudio se enfocó en la actividad de aprovechamiento maderable, descartando del análisis de costo de oportunidad, el turismo y el PSA; por lo tanto, el costo de oportunidad de esta categoría es cero. Con esto, dentro del análisis se establece el supuesto que dentro del bosque maduro solo se puede desarrollar el aprovechamiento de sus bienes maderables; y que no se admite o realiza otra actividad de mayor expectativa económica.

Luego se calculó la rentabilidad promedio por categoría de cobertura vegetal, mediante la ponderación de los VAE (€/ha/año) y las extensiones de terreno ocupado por las actividades productivas en los distritos.

f) Definición del Factor de Ajuste por Valores Agropecuarios

Este factor se crea para ajustar la rentabilidad a un escenario mucho más cercano, que refleje una ubicación y característica productiva particular, donde se encuentra la unidad geográfica de estudio. Se conoce la existencia de factores que limitan o facilitan el desarrollo de una actividad económica y no precisamente están relacionados al componente biofísico; con esto se da a entender que aspectos como acceso a mercado, urbanidad, servicios públicos e infraestructura son relevantes e impactan en la magnitud de la rentabilidad.

El insumo utilizado para este paso fue la Plataforma de Valores Agropecuarios que desarrolló y publicó en el 2016 el Órgano de Normalización Técnica del Ministerio de Hacienda (ONT). Esta herramienta se elaboró a partir de los parámetros de finca tipo agropecuaria (inmueble cuyas características son frecuentes de una zona), uso del suelo, producción primaria agropecuaria, capacidad de uso de las tierras, área o extensión, regularidad, pendiente, tipo de vía de acceso e hidrología. El resultado final es un mapa de valores agropecuarios, en el cual se hace una delimitación y descripción del territorio en zonas de características similares en su actividad agrícola, pecuaria y recursos biofísicos; permitiendo de este modo la obtención de un valor individualizado de cada terreno dentro de un cantón o distrito. Adicionalmente ese valor varía por la ubicación y condición de un terreno respecto a centros de población o mercados, cercanía a carreteras u otra infraestructura y servicios públicos; de ahí su importancia y utilización como ajuste para la rentabilidad de las categorías de cobertura vegetal.

Mediante el acceso a los mapas del ONT, para la utilización en SIG, se realizó un procesamiento especial para obtener el factor de ajuste. A continuación, se puntualiza:

1. De la tabla de atributos de cada zona agropecuaria, se obtuvieron los valores en colones por hectárea, lo cuales fueron indexados de colones corrientes del 2016 al 2014, que es el año base del estudio.
2. Dichos valores representan el promedio que potencialmente puede tener un inmueble si se ubica dentro de una zona determinada; sin embargo, lo que se ocupa para la metodología es un flujo anual equivalente. Para ello, se tomaron los valores indexados de cada zona y se les aplicó la fórmula del VAE (descrita en la sección anterior); dando por resultado un valor de $\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, para cada zona.
3. Finalmente, para obtener el factor de ajuste, se realizó un procedimiento matemático que se explica en la siguiente ecuación:

$$FA_{VA} = \frac{VAE_{ZA} - \bar{X}}{S}$$

Donde,

FA_{VA} = Factor de ajuste por valores agropecuarios

VAE_{ZA} = valor anual equivalente de una zona agropecuaria específica

\bar{X} = Promedio de los valores anuales equivalentes de todas las zonas agropecuarias

S = Desviación estándar de los valores anuales equivalentes de todas las zonas agropecuarias

El resultado fue un factor que varió según la zona, con rango entre -1,27 a 1,68; esto quiere decir que, entre más alto sea el factor, mayor valor de la tierra y viceversa. Al aplicarlo a la rentabilidad, el costo de oportunidad se ajustó hacia abajo o hacia arriba, dependiendo la zona en la que se ubica la unidad geográfica en estudio.

g) Ajuste de rentabilidad de las coberturas vegetales según valores agropecuarios

La ecuación que se utilizó para ajustar la rentabilidad es funcionalmente similar al modelo que propone Vega-Araya (2014) para el cálculo del costo de oportunidad; sin embargo, los componentes tomados en cuenta en este estudio fueron diferentes. Con este paso, se buscó obtener una rentabilidad más cercana a la condición socioeconómica de la región, y de este

modo, emplearla como base para la determinación del costo de oportunidad de una unidad geográfica con respecto a sus colindancias.

La ecuación para ajustar la rentabilidad es la siguiente:

$$Renta_{aj} = Renta_{cv} \times (1 + FA_{va})$$

Donde,

$Renta_{aj}$ = Rentabilidad ajustada.

$Renta_{cv}$ = es la rentabilidad ponderada según cobertura vegetal, en $\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

FA_{va} = es el Factor de Ajuste por Valores Agropecuarios.

h) Determinación del costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades productivas alternativas de su vecindad o colindancia

Con las rentabilidades definidas para cada cobertura vegetal, se logró determinar el costo de oportunidad de destinar los terrenos con bosque al aprovechamiento maderable y no a otra actividad productiva. Este costo de oportunidad fue evaluado como aquella diferencia que existe entre la rentabilidad promedio de una categoría de cobertura vegetal menos la rentabilidad de la actividad de aprovechamiento maderable. El valor resultante es lo que deja de percibir el dueño de un bosque al dedicar su terreno a la actividad de manejo forestal y no a la agricultura, ni a la ganadería ni a las plantaciones forestales; este procedimiento fue realizado para cada categoría de cobertura vegetal dentro de un distrito, y se expresa de la siguiente manera:

$$CO_{CV} = Renta_{cv} - Renta_{VB}$$

Donde,

CO_{CV} = Costo de oportunidad por cobertura vegetal, en $\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

$Renta_{cv}$ = Rentabilidad ponderada por cobertura vegetal, en $\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$.

$Renta_{VB}$ = Rentabilidad del aprovechamiento maderable en bosque, que es igual al Valor del Bosque (VB) anualizado.

La idea central de la Fase II fue obtener un valor de costo de oportunidad basado, en lo que está ocurriendo en las colindancias de una unidad geográfica. Este enfoque dio a conocer lo que un propietario de una unidad dejó de percibir al dedicarse a una actividad productiva específica, y no a la alternativa económica que ocurre justamente a su alrededor. Es por ello que, para su determinación, se recurrió a un proceso llamado *Análisis de Vecindad*, que evalúa el comportamiento de una variable alrededor de una ubicación específica; en este caso, se orientó en el costo de oportunidad que potencialmente se puede dar a un sitio.

Se utilizó una capa en formato raster, que es una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas, en la que cada celda contiene un valor que representa un parámetro o una variable (ESRI 2016a). El tamaño de celda fue de 270 x 270 m, lo que equivale a un área de 7,29 ha. Se seleccionó esta dimensión para que el análisis tuviera una resolución considerable y buena (a mayor número de celdas, mayor cantidad de valores de costo de oportunidad de entrada); pero que, a la vez, el proceso no generara un set de datos inmanejable, para el alcance de la herramienta.

Dicho raster contenía información de costo de oportunidad, según el tipo de cobertura vegetal de cada una de las celdas. Mediante la herramienta *Estadística Focalizada* se realizó la operación de vecindad, que calcula un raster de salida (capa resultante después del proceso), en donde el valor de cada celda es una función de los valores de todas las celdas de entrada que están en una vecindad especificada alrededor de esa ubicación (ESRI 2016b).

Dentro del proceso se eligió un tipo de vecindad con forma de anillo, que está compuesta por dos círculos, uno dentro del otro, obteniendo una forma de dona. Las celdas con centros que caen fuera del radio del círculo más pequeño, pero dentro del radio del círculo grande son incluidas en el procesamiento de la vecindad. Es decir, el área comprendida entre los dos círculos constituye la vecindad de anillo y es con esas celdas que se determina el valor final de la celda de procesamiento (figura 2). El raster de salida muestra los valores promedios de rentabilidad de los vecinos alrededor de cada celda; lo cual representa el costo de oportunidad promedio de las actividades alternativas a la unidad de análisis.

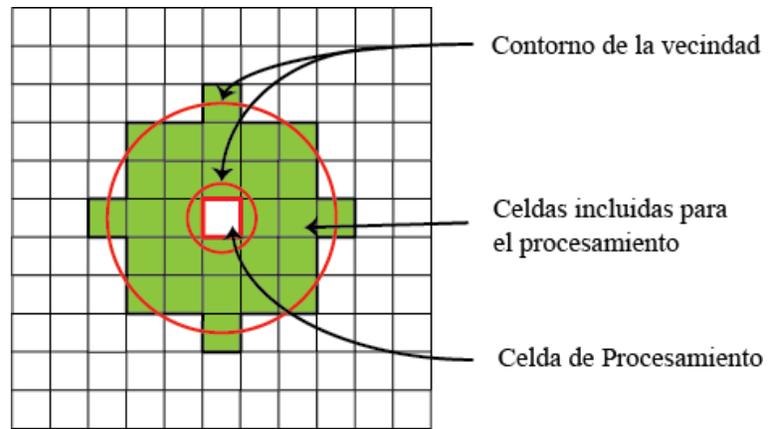


Figura 2. Ejemplificación del proceso de Estadística Focalizada con vecindad en anillo (radio interno de 1 celda, radio externo de 3 celdas). Fuente: Elaborado a partir de ESRI (2016b).

IV. RESULTADOS

A. Generalidades de la actividad

1. Fincas y áreas bajo manejo forestal

La actividad se concentra principalmente en el sector este del ACAHN (correspondiente a los distritos Cutris, Pital y Cureña), donde se agrupa el 87 % de los PM ejecutados durante el periodo de análisis. El cuadro 6 muestra la distribución de los usos del suelo dentro de las fincas. Destacan tres usos principales comúnmente encontrados dentro de las propiedades; se trata de *Otro bosque* que ocupa un área de 17 % a 47 %, *Reforestación* de un 5 % hasta un 17 % y *Repastos* entre un 5 % y 9 % del inmueble. Mientras que *Charral/tacotal*, *Agrícola* e *Infraestructura* son usos poco frecuentes o de menor extensión dentro del sistema de finca.

Cuadro 6. Distribución y área promedio de los usos de la tierra que conforman las fincas sometidas a aprovechamiento forestal. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación según área efectiva	Tamaño finca	Uso actual del suelo (ha)						
		Bosque/Cuartel manejado	Otro bosque	Charral/tacotal	Reforestación	Agrícola	Repasto	Infraestructura
(1) 0 - 50	107,3	45,0	50,4	0,0	18,6	1,2	5,1	0,8
(2) 50 - 100	189,7	108,3	71,8	0,0	9,0	0,0	17,1	0,5
(3) > 100	260,9	206,5	43,4	2,9	13,8	0,0	14,4	0,8

El tamaño de las fincas va desde 21,2 ha hasta 923,6 ha. En la clase 1, el tamaño promedio de finca es de 107,3 ha, con un cuartel de manejo que representa un 42 % del área total; al descontar el área de protección (aproximadamente 21 %), resulta un área efectiva de 35,5 ha. Para la clase 2, el tamaño promedio de finca es de 189,7 ha con un cuartel de manejo que abarca 57 % de la finca, de esta fracción el 29 % se encuentra en área de protección; siendo el área efectiva de 76,5 ha. En tanto para la clase 3, se tiene un promedio de tamaño de finca de 260,9 ha, de las cuales el 79 % es de uso forestal, con un área de protección que abarca el 19 % del cuartel; resultando un área efectiva de manejo de 168,3 ha (cuadro 7).

Cuadro 7. Detalle y clasificación de las UMF según área efectiva promedio de manejo. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	Área (ha)		
	Cuartel manejado	De protección	Efectiva de manejo
(1) 0 – 50	45,0	9,5	35,5
(2) 50 – 100	108,3	31,7	76,5
(3) > 100	206,5	38,2	168,3

Durante el periodo y área geográfica de estudio, se sometieron bajo manejo 2 430,8 ha de bosque (unas 607,7 ha año⁻¹); sin embargo, es necesario dejar en claro que, al descontar las áreas de protección por recurso hídrico, únicamente se logró efectuar aprovechamiento forestal en 1 824,9 ha (456,3 ha año⁻¹); es decir, en un 75 % del área aprobada por la AFE.

2. Gestión y proceso lógico del aprovechamiento forestal

La planificación y supervisión del aprovechamiento estuvo a cargo, en su mayoría, por organizaciones forestales. CODEFORSA, así como FUNDECOR se encargaron del 66 % y 25% de los PM, respectivamente; mientras que el 8 % restante fueron realizados por regentes particulares.

Una vez planificado y diseñado el documento técnico del PM, este es presentado a la Oficina Subregional correspondiente del SINAC y se inicia el proceso de solicitud del permiso. Las UMF que no se encuentran en un Área Silvestre Protegida (ASP) y, por lo tanto, no requieren un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), tuvieron que esperar para la resolución administrativa un promedio de 7 meses. Si se analiza según la clasificación por área efectiva de manejo, aquellos PM cuya área de bosque está entre 50 – 100 ha (clase 2) son los que mayores atrasos reportaron, seguidos de la clase 1 y la clase 3, respectivamente (cuadro 8).

Un factor común de 10 UMF, es que forman parte del Refugio Nacional de Vida Silvestre Mixto Maquenque (RNVSM). Este sitio en virtud de la decisión del Estado en definirlo como ASP, a la hora de desarrollar un proyecto, obra o actividad se le cataloga como un Área Ambientalmente Frágil (AAF); según lo dispuesto en el Decreto Ejecutivo N° 31849 (Reglamento General sobre los procedimientos de EIA); por tal condición, se le sometió al proceso de EIA. En este caso la resolución de aprobación de la viabilidad (licencia) ambiental,

por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), tuvo una duración de 4 meses en promedio. Esto significó que la resolución de aprobación del aprovechamiento por parte del SINAC, se dilatará y se extienda hasta 16,5 meses en promedio; con un mínimo de 10,3 meses y un máximo de 21,2 meses (según las particularidades de cada caso). Las UMF con mayor afectación por el tiempo de aprobación de la viabilidad corresponden a los bosques con áreas efectivas mayores a 100 ha, seguido de los bosques pequeños (o menores a 50 ha) (cuadro 8).

Cuadro 8. Tiempo promedio de aprobación de un PM por parte de las Oficinas Subregionales del SINAC. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	Tiempo promedio de aprobación del PM (meses)	
	Sin Viabilidad	Con Viabilidad
(1) 0 – 50	7,1	17,1
(2) 50 – 100	8	10,3
(3) > 100	5,3	21,2
Promedio	6,9	16,5

En la etapa de comercialización de la madera, el 54 % de los dueños de bosque realizaron la venta de los árboles en pie, 29 % vendió las trozas puestas en patio de aserradero y el otro 17 % no determinó la forma de venta de la madera o coincidía con los casos en que las operaciones nunca se efectuaron o no fueron concluidas. Una tercera parte de la población (33 %) eran bosques pequeños, cuyos dueños decidieron vender la madera en pie. Esta es la única tendencia que se presenta al relacionar el área efectiva con la forma de venta de la madera. En las áreas mayores a 50 ha (clase 2 y 3), la venta en pie no fue predominante, más bien se presentó un equilibrio con respecto a la forma de venta de trozas puesta en patio de aserradero (cuadro 9).

Cuadro 9. Clasificación de las UMF según forma de venta de la madera. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	En pie	Troza en patio de aserradero	ND
(1) 0 – 50	8	3	
(2) 50 – 100	2	3	2
(3) > 100	3	1	2
Total general	13	7	4

ND = No determinado

Al finalizar el aprovechamiento, el 62 % de los bosques fueron sometidos a PSA; proceso que fue formalizado por los mismos supervisores del aprovechamiento. Al analizar el grupo de bosques que lograron obtener el PSA, se evidencia que hubo un acceso por igual de UMF al programa, independientemente del área efectiva. Por otro lado, aquellos bosques que no gestionaron o que se les rechazó sus solicitudes de PSA predominaron en la clase 1 (cuadro 10).

Cuadro 10. UMF que lograron ingresar al Programa Pago por Servicios Ambientales, luego del aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	Sin PSA	Con PSA
(1) 0 – 50	6	5
(2) 50 – 100	1	6
(3) > 100	2	4
Total general	9	15

3. Volumen Comercial Cosechado

La AFE autorizó entre el 2010 y 2013 el aprovechamiento de 30 462,21 m³ de madera en pie y caída; sin embargo, se extrajo únicamente el 55 %, equivalente a 17 045,71 m³ (4 261,43 m³ año⁻¹). De ese volumen comercial cosechado, el 78 % se concentra exclusivamente en 10 especies y el 22 % restante se distribuye en 115 especies con algún interés comercial (cuadro 11).

Adicional a lo anterior, en cada grupo comercial predominaron algunas especies en términos de cosecha. Las cinco especies más aprovechadas por grupo, se presentan a continuación, por orden de volumen extraído:

- Duras/finas: *Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith (Tamarindo), *Qualea paraensis* Ducke (Areno), *Vatairea lundellii* (Standl.) Killip ex Record (Cocobolo de San Carlos), *Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntze (Canfín) y *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel.) Exell (Roble Coral).
- Semiduras: *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Gavilán), *Carapa guianensis* Aubl. (Caobilla), *Viola koschnyi* Warb. (Fruta dorada), *Tapirira guianensis* Aubl. (Manteco) y *Couma macrocarpa* Barb. Rodr. (Baco).

- Suaves: *Vochysia ferruginea* Mart. (Botarrama), *Vochysia allenii* Standl. & L.O. Williams (Botarrama), *Vochysia guatemalensis* Donn. Sm. (Chancho), *Virola sebifera* Aubl. (Fruta Dorada) y *Pachira aquatica* Aubl. (Poponjoche).

Cuadro 11. Distribución del volumen comercial extraído (m³), según especie. ACAHN, Costa Rica.

Especie	Volumen extraído (m3)	%
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	3 411,53	20,0
<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	2 522,64	15,0
<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	1 450,50	9,0
<i>Qualea paraensis</i> Ducke	1 216,22	7,0
<i>Vochysia allenii</i> Standl. & L.O. Williams	1 126,15	7,0
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	1 122,15	7,0
<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip ex Record	751,91	4,0
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	688,75	4,0
<i>Virola koschnyi</i> Warb.	664,70	4,0
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	390,10	2,0
Otras 115 spp.	3 701,07	22,0
Vol total cosechado (m³) 2010 – 2013	17 045,71	100 %
Promedio anual regional (m³)	4 261,43	
Vol total aprobado (m³) 2010 - 2013	30 462,21	

En los bosques manejados, la cosecha fue de 3 (\pm 1) arb ha⁻¹ en promedio, con un volumen comercial de 11,85 (\pm 4,76) m³ ha⁻¹. Si se analiza ese volumen a partir del área efectiva de manejo; se nota que conforme aumenta el área también lo hace el volumen cosechado, de forma gradual; no obstante, ese cambio resulta de poca magnitud. Al observar el mismo volumen, pero clasificado por grupo comercial, la dinámica es muy particular. En bosques menores a 50 ha, el aprovechamiento se dio en proporciones equivalentes, es decir, se extrajo un 33 % tanto de maderas suaves, semiduras como duras/finas. No así en bosques entre 50-100 ha y superiores a 100 ha; donde predominó la extracción de maderas duras/finas, seguido por las maderas suaves, abarcando juntos más del 70 % del volumen extraído y un 30 % de maderas semiduras (figura 3).

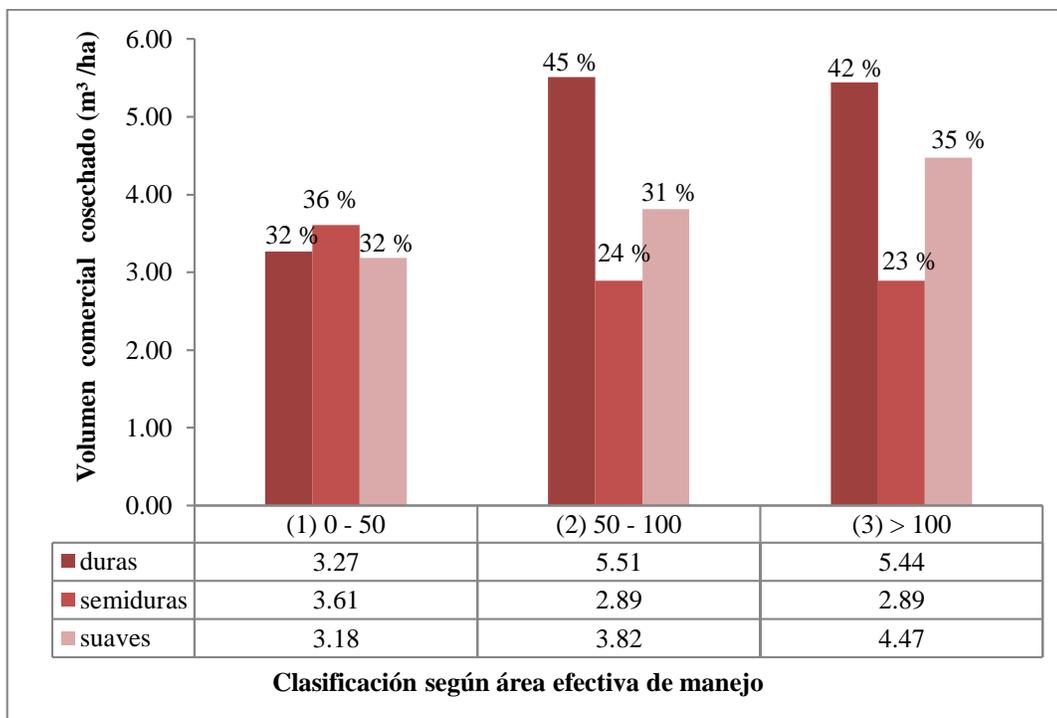


Figura 3. Volumen comercial cosechado ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) en las UMF, según clasificación de aprovechamiento y grupo comercial de especies. ACAHN, Costa Rica.

Basados en los estudios de caso, se determinó una producción anual promedio de $0,79 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$; que incrementa conforme aumenta el área efectiva de manejo o clase de aprovechamiento (cuadro 12). Este valor corresponde al Volumen Comercial Cosechado Anual (VCCA), que debe interpretarse como el volumen comercial anual que estuvo disponible en el bosque durante el periodo productivo de 15 años (ciclo de corta autorizado por la AFE) y que finalmente fue extraído del bosque.

Cuadro 12. Promedio de Volumen Comercial Cosechado Anual. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	VCCA ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$)
(1) 0 - 50	0,67
(2) 50 - 100	0,81
(3) > 100	0,85

B. Estructura de costos de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural

La figura 4 muestra el comportamiento de los costos totales de aquellas UMF, donde se logró culminar las operaciones dentro del bosque. La distribución de los datos refleja una tendencia de “J” invertida entre los costos totales y el área efectiva de manejo, entre menor son las áreas por aprovechar mayores son los costos de la actividad, y, por el contrario, si las áreas aumentan los costos tienden a disminuir. Lo anterior coincide con la relación técnica-económica descrita por Williams (1947), llamado “factor de las seis décimas”, y refiere precisamente a los efectos de la economía de escala; donde el costo unitario de la capacidad disminuye conforme el tamaño de la capacidad aumenta (Castro y Portuondo 2009).

El procedimiento anterior fue el punto de partida para determinar la estructura de costos para las tres clases. En el cuadro 13 se muestran dichos costos; donde la clase 1 presentó los mayores egresos, con un total de $\text{C}\$171\,783,7\text{ ha}^{-1}$, aproximadamente $\text{C}\$49/\text{pmt}$. Para la clase 2, el peso de cada una de las etapas dentro de la estructura disminuyó de 1 % a 2 % (al compararlo con la clase 1), lo que resultó un costo total de $\text{C}\$164\,320,9\text{ ha}^{-1}$ y equivalente a $\text{C}\$39/\text{pmt}$. Por último, en la clase 3 se obtuvieron los menores costos por etapa, cuyo total fue de $\text{C}\$124\,276,8\text{ ha}^{-1}$, aproximadamente $\text{C}\$25/\text{pmt}$.

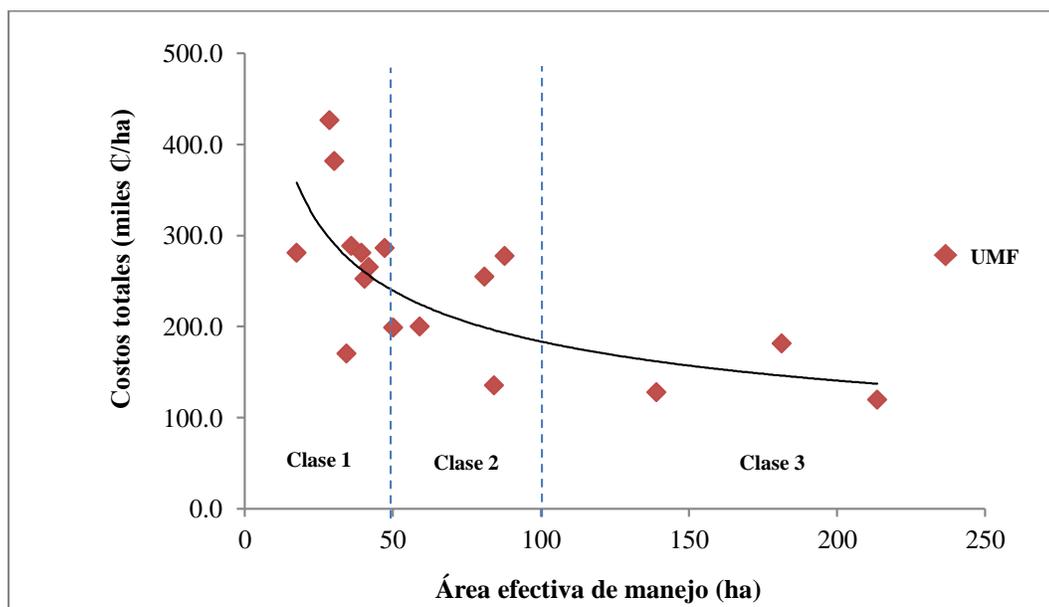


Figura 4. Relación entre los costos totales de las UMF y su correspondiente área efectiva de manejo. ACAHN, Costa Rica.

Cuadro 13. Costos típicos (¢/ha) de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural, clasificados según área de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

Etapas	Clasificación del aprovechamiento		
	(1) 0 – 50	(2) 50 – 100	(3) > 100
Tramitología legal	2 600,5 (2 %)	1 206,4 (1 %)	548,5 (0 %)
Formalización del permiso	48 678,4 (28 %)	52 346,1 (32 %)	45 598,1 (37 %)
Planificación	92 756,1 (54 %)	89 766,0 (55 %)	67 900,1 (55 %)
Control Forestal	19 578,6 (11 %)	17 212,3 (10 %)	8 507,0 (7 %)
Administración y vigilancia	8 170,0 (5 %)	3 790,2 (2 %)	1 723,2 (1 %)
Total (¢/ha)	171 783,7	164 320,9	124 276,8
Total (¢/pmt)	49	39	25

La tramitología legal no exhibió altos costos dentro de la estructura, su peso fue de 1 % de la totalidad, lo que significó una inversión de ¢548,5 ha⁻¹ hasta ¢2 600,5 ha⁻¹. Sin el cumplimiento de esta etapa, no se puede avanzar en el proceso para el aprovechamiento, es por ello que, en las siguientes etapas, se reflejará el nivel de eficiencia alcanzado.

Los costos por formalización se ubicaron en un rango entre ¢45 598,07 ha⁻¹ y ¢52 346,06 ha⁻¹, que equivale a un 28 % y 37 % del total de egresos de la actividad; y es un costo dependiente de lo que suceda con la tramitología legal. En la medida en que varíen los tiempos de aprobación de cada caso, y el número de visitas adicionales que deba realizar el productor a las entidades competentes (SINAC, SETENA, entre otros), así va a ser el nivel de cambio en su magnitud dentro de la estructura de costos. Se comporta como el segundo rubro de mayor impacto económico, solo por detrás de la planificación. Este último abarcó más de la mitad de la inversión (55 % del total); donde el productor debió destinar alrededor de ¢67 900,1 ha⁻¹ hasta ¢92 756,1 ha⁻¹ según el tamaño de la unidad de manejo.

El control forestal es una de las etapas indispensables, que junto con la planificación aseguran el cumplimiento y la buena ejecución de los objetivos privados y públicos del manejo forestal. Este requerimiento abarcó entre un 7 % y 11 % de los costos totales (¢8 506,98 ha⁻¹ - ¢19 578,60 ha⁻¹); mientras que la administración y vigilancia, entre 1 % y 5 %; equivalente a ¢1 723,16 ha⁻¹ y ¢8 170,03 ha⁻¹, respectivamente.

Dentro del análisis, la viabilidad ambiental se contempló como un rubro de trámite; que, a pesar de no ser un requisito exclusivo para todos los planes de manejo, una buena cantidad de los propietarios (alrededor del 41 %) debió invertir entre ₡ 8 500,79 ha⁻¹ y ₡ 40 304,76 ha⁻¹ para solventar este requerimiento. Visto como un costo individual y en comparación con otros rubros, su peso dentro de la estructura fue medio; donde representa entre un 5 % y 15 % del total (semejante a la inversión por concepto de control forestal) (cuadro 14). Sin embargo, al ampliar el panorama de lo que significa su presencia dentro de la actividad, se evidencia que este requerimiento provocó la duplicación del tiempo de espera para la aprobación del plan de manejo; y esto, terminó aumentando el costo de oportunidad burocrático y el costo de seguimiento. Por lo tanto, el precio que debió asumir el propietario para formalizar este trámite ascendió hasta un 32 % y 36 % del costo total de la actividad.

Cuadro 14. Costo (₡ ha⁻¹) del trámite para la viabilidad ambiental requerido para la aprobación del PM. ACAHN, Costa Rica.

Etapas	Clasificación del aprovechamiento		
	(1) 0 – 50	(2) 50 – 100	(3) > 100
Viabilidad ambiental (₡/ha)	40 304,8 (15 %)	18 697,9 (8 %)	8 500,8 (5 %)

C. Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural

1. Rentabilidad en el corto plazo

Al analizar cada uno de los casos de forma individual se presentó una condición muy heterogénea en los ingresos netos, especialmente para las UMF dentro de la clase 1. Esa variabilidad en el margen de utilidad fue de ± 209 % (rango entre ₡-73 305,6 ha⁻¹ y ₡25 936 ha⁻¹). Esto demuestra que no en todos los casos se va a tener pérdidas a la hora de aprovechar un bosque con área efectiva menor a 50 ha, pero también indica que se pueden esperar ingresos que no logran cubrir los costos; obteniendo rentas negativas.

En la clase 2, la variación que se produjo en el indicador de renta fue de un ± 39 % del valor medio, los bosques aprovechados obtuvieron ganancias entre ₡114 560,2 ha⁻¹ y ₡265 156,4 ha⁻¹. Esta clase mostró mayor consistencia en los ingresos percibidos por el dueño de bosque, lo cual le confiere una particularidad, y llama la atención dentro del análisis, porque justamente sus parámetros tienden a ser más homogéneos entre sí. Por su parte, la clase 3 fue la segunda

con mayor desviación estándar en el margen de utilidad ($\pm 70\%$); las UMF que se ubican en dicho grupo tuvieron una utilidad neta en un rango entre $\text{C}\$80\,911,4\text{ ha}^{-1}$ y $\text{C}\$465\,920,4\text{ ha}^{-1}$.

Sin embargo, a la hora establecer el escenario típico para cada clase (diferencia entre ingresos brutos y costos totales para el caso promedio), se determinó un margen de utilidad de $\text{C}\$102\,356,2\text{ ha}^{-1}$ para la clase 1. Para las UMF dentro de la clase 2 y 3, el panorama fue diferente; conforme aumentó el área, disminuyeron los costos de acceso, aumentaron los ingresos brutos y consecuentemente, los ingresos netos fueron más favorables para el productor. En este caso, el margen de utilidad se ubicó entre $\text{C}\$239\,102,6\text{ ha}^{-1}$ y $\text{C}\$292\,145,3\text{ ha}^{-1}$, respectivamente (cuadro 15). Esto significa que el productor, bajo las condiciones actuales de aprovechamiento maderable, podría estar generando durante el ciclo productivo una renta anual por hectárea entre $\text{C}\$6\,823,7\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$; $\text{C}\$15\,940,2\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$ y $\text{C}\$19\,476,4\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$; según el tamaño de su bosque. Lo anterior, en términos de Relación Beneficio/Costo (RB/C), mantuvo el mismo comportamiento, dependiente del área de aprovechamiento. El valor más alto se dio en la clase 3, donde por cada colón invertido se tuvo una ganancia promedio de $\text{C}\$3,4$; en la clase 2 la relación fue $\text{C}\$2,5$; mientras que en la clase 1, por cada colón invertido se ganó $\text{C}\$1,6$ (Cuadro 15). Estos valores son superiores y cumplen con el criterio de aceptación de la inversión según la RB/C; el cual propone que, un proyecto es aceptable si el indicador resulta mayor o igual a 1.

Cuadro 15. Ingreso neto o margen de utilidad promedio según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

Clasificación del aprovechamiento	Ingreso bruto (IB) venta de madera en pie ($\text{C}\$ \text{ ha}^{-1}$)	Costo total (CT) ($\text{C}\$ \text{ ha}^{-1}$)	Margen de Utilidad ($\text{C}\$ \text{ ha}^{-1}$)	Relación B/C
(1) 0 – 50	274 139,8	171 783,7	102 356,2	1,6
(2) 50 – 100	403 423,5	164 320,9	239 102,6	2,5
(3) > 100	416 422,1	124 276,8	292 145,3	3,4

2. Rentabilidad en el largo plazo: Análisis de inversiones

a) Valor del bosque (VB)

El valor del bosque (VB) aparte de brindar la rentabilidad de la inversión también reveló en qué momento, desde el enfoque económico, es óptimo aprovechar el recurso forestal. A través del caso base, se mostró que la actividad bajo estudio llega a optimizarse al año 15, coincidiendo

con el periodo o ciclo de corta mínimo que establece la normativa para aprovechamiento en bosque natural en Costa Rica. En los tres escenarios de aprovechamiento el ciclo de corta económico sucede en ese mismo año; no obstante, la rentabilidad es mayor conforme aumenta el área efectiva de manejo. En la clase 1, se estima un VB_{max} de $\text{C}\$188\,696,89\text{ ha}^{-1}$, mientras que en la clase 2 asciende un 85 %, llegando a $\text{C}\$349\,533,02\text{ ha}^{-1}$. Por su parte para la clase 3 se reporta una rentabilidad de $\text{C}\$495\,767,72\text{ ha}^{-1}$, que comparado con la clase 2 hubo un incremento en un 41 % (figura 5).

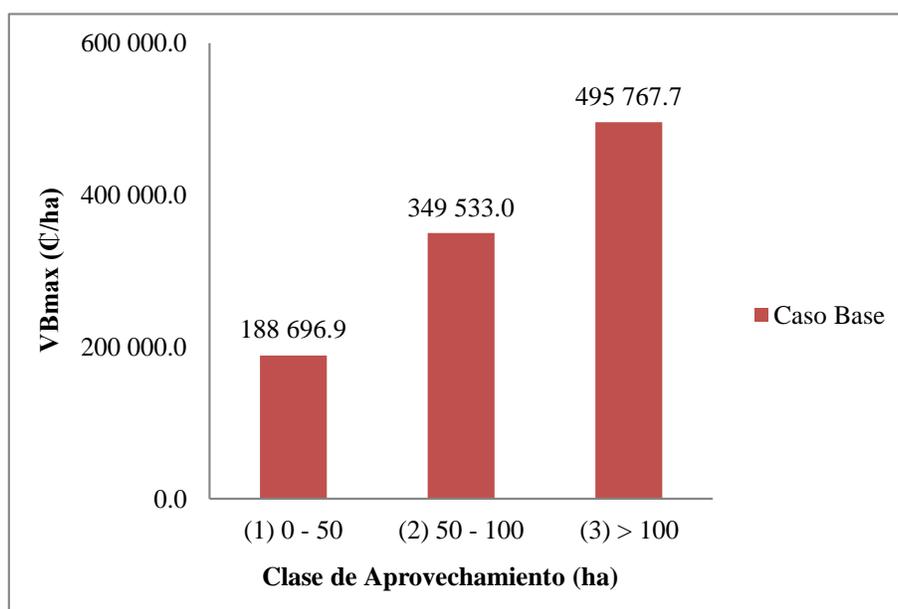


Figura 5. Valor del Bosque máximo (VB_{max}) para el caso base, según clasificación del aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

En la figura 6 se distinguen tres comportamientos particulares y diferentes entre sí en el VB, a lo largo del ciclo de producción. El primero de ellos se extiende desde el año 1 al 6, periodo donde intervenir el bosque significaría un peso financiero fuerte para el productor, al no recuperar la inversión de la actividad (costos del aprovechamiento), y; esto se traduce en VB negativos y anómalos entre año y año, representado por la irregularidad de la curva. Los primeros dos años exhiben los valores más críticos, en el año 1 rondan los $\text{C}\$-15\text{ millones ha}^{-1}$ y en el año 2 se ubican entre $\text{C}\$-1\text{ millón ha}^{-1}$ y $\text{C}\$-2,5\text{ millones ha}^{-1}$; con la característica que entre menos área, mayor es el impacto que los costos generan sobre el valor final del VB. Conforme se avanza al año 6, los VB comienzan a estabilizarse y a acercarse a los $\text{C}\$-500\,000\text{ ha}^{-1}$ y $\text{C}\$0\text{ ha}^{-1}$.

A partir del año 6 hasta el año 12, el VB es constantemente creciente y empiezan a posicionarse en rentas positivas, como sucede en la clase 2; o al menos, más cercanas a $\text{C}\$0 \text{ ha}^{-1}$ como se muestra en la clase 1. En la clase 3, los valores son y se mantienen positivos desde el año 5 y a lo largo del periodo; sin embargo, aún no alcanzan el pico máximo de rentabilidad.

En los últimos años del ciclo productivo (12 – 18), las tres clases de aprovechamiento muestran VB positivos y con las mayores magnitudes de todo el ciclo productivo. Se da un crecimiento en la renta hasta llegar al año 15, momento en el cual se optimizan los capitales invertidos (VB_{max}); que es definido como ciclo de corta económico, según la teoría de inversiones. Superado este pico, el VB desciende hasta el año 16 y luego se mantiene constante, sin mayores cambios al final del periodo.

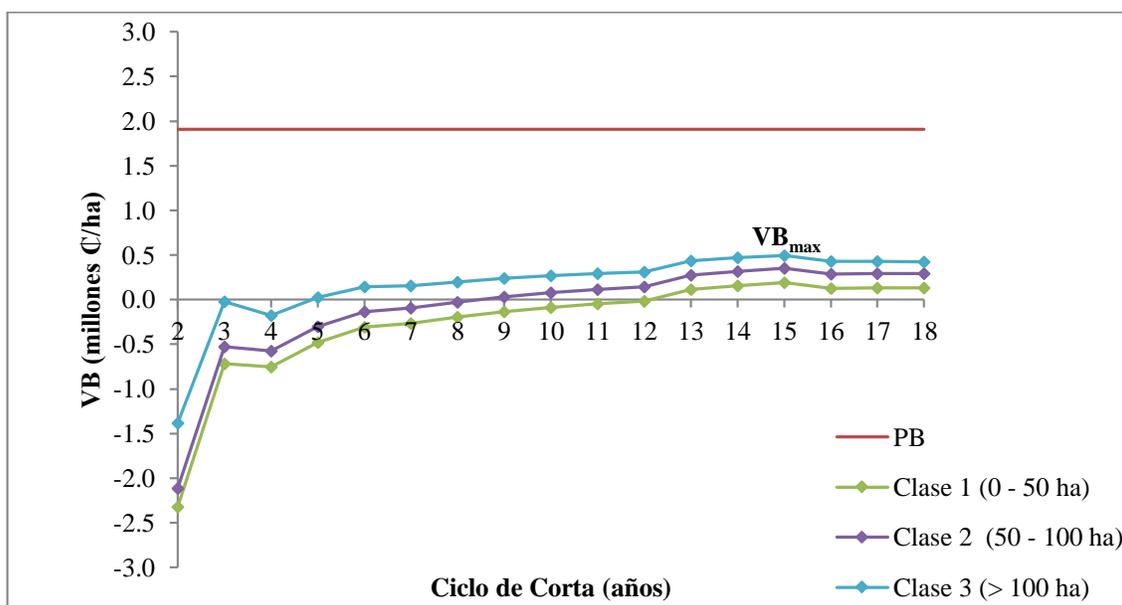


Figura 6. Comportamiento del Valor del Bosque (VB) según clasificación del aprovechamiento; utilizando como referencia el precio de mercado del bosque (PB). ACAHN, Costa Rica.

Si bien es cierto, para las tres clases existen momentos donde la rentabilidad es positiva, y llegan incluso a un punto de máximo retorno; si se toma como referencia el precio de mercado del bosque (PB), ninguno de los escenarios aquí planteados cumple con el criterio de aceptación de la inversión. El cual establece que un proyecto de manejo de bosque debería aceptarse si el VB es mayor o igual al precio de la tierra. La línea roja que se muestra en la figura 6 corresponde al PB, cuyo promedio es de $\text{C}\$1\,908\,617,15 \text{ ha}^{-1}$; este valor es tres veces más alto que el VB_{max} de la clase 3, que es el escenario más rentable del caso base. La gráfica es clara al mostrar, que

ningún escenario de aprovechamiento de esta sección puede igualar ni mucho menos superar al PB; es decir, que los valores del indicador no se acercan a la voluntad de pago del inversionista, por lo tanto, y siguiendo la lógica del análisis de inversiones la actividad se rechaza.

3. Análisis de sensibilidad

a) Valor del Bosque (VB) incluyendo los ingresos por Pago por Servicios Ambientales (PSA)

El aporte continuo del PSA durante el ciclo de corta legal significó el factor con mayor impacto positivo en los retornos que genera la actividad en estudio. Tanto los incrementos porcentuales como las cifras absolutas se posicionaron como los escenarios más prometedores desde el punto de vista financiero. El VB_{max} en la clase 1 alcanzó un crecimiento de un 370 % que corresponde a $\text{C}\$886\,681,19\text{ ha}^{-1}$, fue la categoría que resultó más favorecida con la inclusión del reconocimiento por los servicios ambientales dentro del modelo microeconómico, no precisamente en la magnitud de la renta, sino en el porcentaje de cambio con respecto al caso base (figura 7).

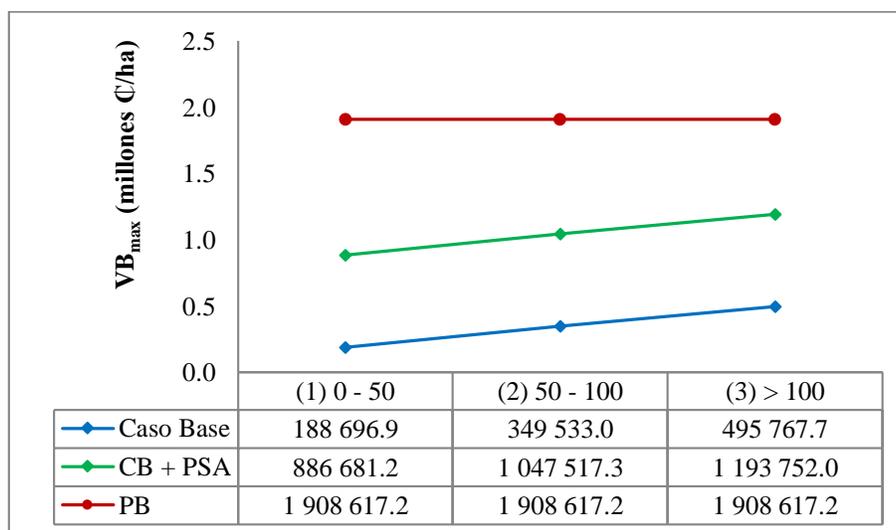


Figura 7. Valor del bosque (VB) incluyendo ingresos continuos por Pago por Servicios Ambientales (PSA), según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

En la clase 2 el incremento en la rentabilidad fue de un 200 %, se logró de esta manera que el monto del VB_{max} por primera vez superara el millón de colones; llegando a un valor de $\text{C}\$1\,047\,517,32\text{ ha}^{-1}$. En tanto, la clase 3 porcentualmente percibió menos impacto al incluir el PSA; pero,

por otro lado, fue la categoría que de todos los escenarios y en términos absolutos, obtuvo mayores réditos por el aprovechamiento de la madera. En este caso la rentabilidad, mejoró en 141 % respecto al caso base, obteniéndose un VB_{max} correspondiente a $\text{C}\$1\,193\,752,02\text{ ha}^{-1}$ (figura 7).

Al pasar el caso base a un escenario con aporte de PSA continuo, constituyó una diferencia próxima a los $\text{C}\$700\,000,00\text{ ha}^{-1}$, indistintamente la clase de aprovechamiento en la que se encontraban las UMF. Esto se convirtió en el aporte máximo sobre la inversión, analizado hasta ahora; que tuvo un peso significativo en la rentabilidad, al punto de llevar los valores cercanos o superiores al millón de colones. No obstante, ese aumento no implicó que se cumpliera con el criterio de aceptación de la inversión. Aún bajo este contexto, siguen existiendo limitaciones y barreras que no permiten que la actividad de manejo supere el precio de mercado del bosque, o al menos lo iguale ($\text{C}\$1\,908\,617,15\text{ ha}^{-1}$).

b) Valor del Bosque (VB) incluyendo la totalidad del volumen comercial autorizado por la AFE

El análisis de sensibilidad a partir del volumen comercial permitió establecer en números, una de las tantas barreras que presenta la actividad, relacionada específicamente al volumen disponible para cosechar de la UMF. Cuando se presenta el documento del plan de manejo ante el SINAC y esta institución da el aval para intervenir el bosque, se deja en claro mediante resolución administrativa el volumen aprobado por especie; este volumen representa la cantidad de madera que en definitiva el productor puede aprovechar. De acuerdo a las experiencias analizadas, se revela que, de ese volumen disponible y autorizado, un 45 % en promedio se queda en campo; ya sea en pie o en el peor de los casos, cortado, pero sin ser comercializado. El análisis de sensibilidad incorporó ese volumen remanente al modelo microeconómico, donde se reafirma que de lograrse un 100 % de rendimiento de extracción de la madera, la rentabilidad aumenta en todas las clases.

Modificar el volumen significó que los ingresos brutos por venta de madera aumentarían, provocando un ascenso en la renta forestal futura y consecuentemente en el VB. El VB_{max} en la clase 1 aumentó en un 210 % con respecto al caso base, resultando una rentabilidad de $\text{C}\$584\,065,58\text{ ha}^{-1}$. Para la clase 2, el aumento porcentual fue menor, no obstante, favorable y holgado; el VB_{max} creció en 113 % en relación al caso base, llegando a una cifra de $\text{C}\$744\,901,71\text{ ha}^{-1}$.

Por último, para aquellas UMF ubicadas en la clase 3, el efecto fue menor; el VB_{max} ascendió un 80 %, no obstante, fue la clase que presentó un valor absoluto de rentabilidad mayor con $\text{C}\$891\,136,41\text{ ha}^{-1}$ (figura 8).

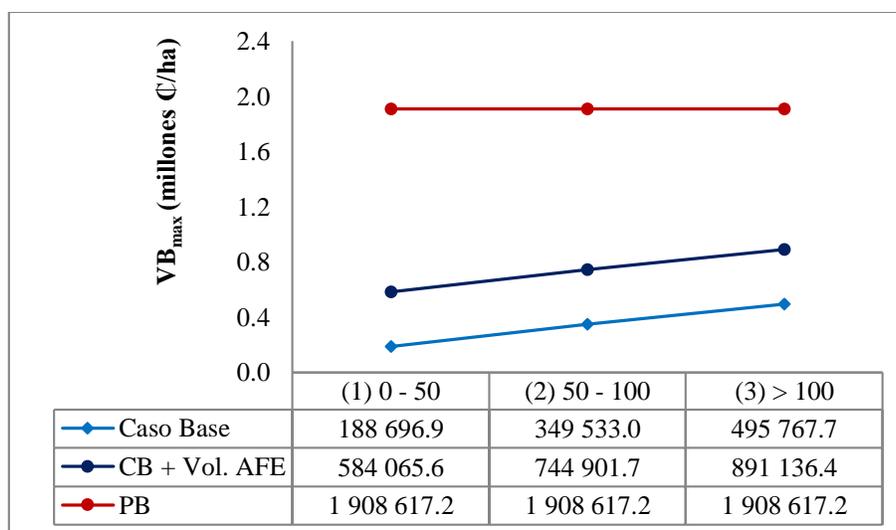


Figura 8. Valor del bosque (VB_{max}) sensibilizado a partir del volumen comercial autorizado por la AFE, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

La variación del volumen comercial no perturbó el ciclo de corta económico con respecto al caso base; el VB_{max} continúa ubicándose en el año 15. Por otra parte, dicha sensibilización provocó aumentos altos en la rentabilidad tanto proporcionalmente como en valores absolutos; sin embargo, no fueron suficientes para cumplir con el criterio de aceptación de la inversión. Los VB_{max} continúan siendo menores al PB ($\text{C}\$1\,908\,617,15\text{ ha}^{-1}$); por lo tanto, bajo las circunstancias planteadas, se debe rechazar la actividad, ya que el retorno de la inversión es tal que no puede superar o al menos igualar lo que demanda el mercado por una hectárea de bosque.

c) Valor del Bosque (VB) sin incluir los costos por formalización del permiso

El efecto que supone no asumir costos por formalización del permiso de aprovechamiento provocó un aumento en el VB_{max} . Si comparamos con el caso base, el ascenso que se presentó en la rentabilidad de cada una de las categorías fue de 50 % para la clase 1, 29 % para la clase 2 y 18 % para la clase 3. Los inversionistas que tienen bosques menores a 50 ha de área efectiva son los que porcentualmente, se ven más beneficiados por esta variante dentro de los costos de la actividad; el VB_{max} que se obtuvo al sensibilizar fue de $\text{C}\$282\,436,33\text{ ha}^{-1}$. Por su parte, para

las UMF que se ubican en la clase 2 y 3 los VB_{max} obtenidos fueron de $\text{C}450\,335,18\text{ ha}^{-1}$ y $\text{C}583\,575,35\text{ ha}^{-1}$, respectivamente (figura 9).

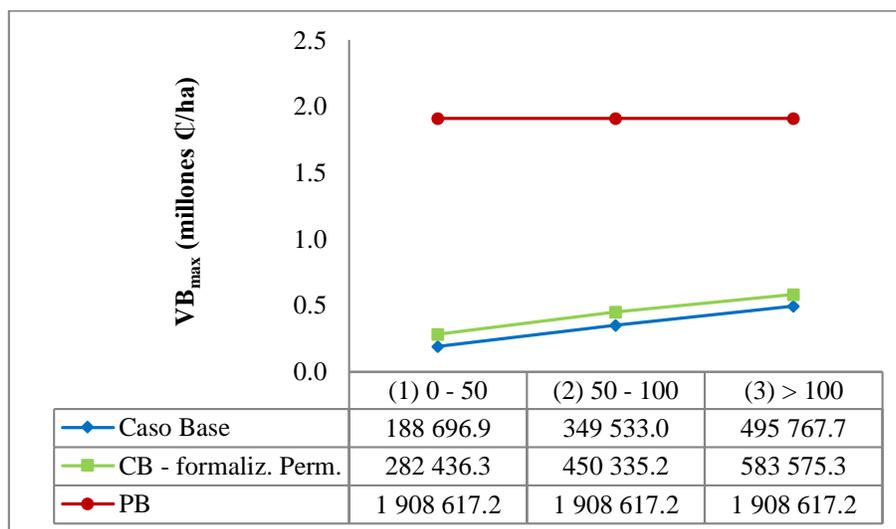


Figura 9. Valor del Bosque (VB) sin incluir los costos por formalización del permiso, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

El aumento que representó la variación del costo por formalización, no fue un factor relevante para modificar el momento óptimo de la inversión; los VB_{max} continuaron ubicándose en el año 15, como sucedió en el caso base. Así mismo, el impacto positivo en la rentabilidad, al prescindir de dichos costos, no tuvo el peso suficiente para alcanzar los valores que se requerían para competir con el PB. Es así como el criterio de aceptación de la inversión nuevamente se debe rechazar.

d) Valor del Bosque (VB) incluyendo los costos por viabilidad ambiental

El papel que juega la viabilidad ambiental dentro de la estructura de costos no es despreciable, su inclusión como parte de los requisitos por cumplir, se expresa en impactos económicos importantes que reducen el VB. En la categoría de bosques pequeños esta tendencia es más clara, las mayores disminuciones en la rentabilidad se producen en este nivel. En la clase 1 la reducción en el VB_{max} fue de un 98 % con respecto al caso base, resultando una cifra de $\text{C}3\,951,73\text{ ha}^{-1}$.

Conforme aumenta el área a aprovechar, estos costos se van diluyendo o distribuyéndose por unidad de área. En la escala 2 el impacto es menor, el VB_{max} decreció un 43 %, lo que equivale a una rentabilidad de $\text{C}198\,324,31\text{ ha}^{-1}$. Hasta llegar a la clase 3 donde las reducciones fueron

más bajas; el VB_{max} disminuyó tan solo un 24 %, que representa un total de $\text{C}\$379\,046,28\text{ ha}^{-1}$ (figura 10). En consecuencia, la inclusión de la viabilidad ambiental como rubro a cumplir generó mermas en la rentabilidad que van desde los $\text{C}\$116\,721,44\text{ ha}^{-1}$ hasta los $\text{C}\$184\,745,16\text{ ha}^{-1}$.

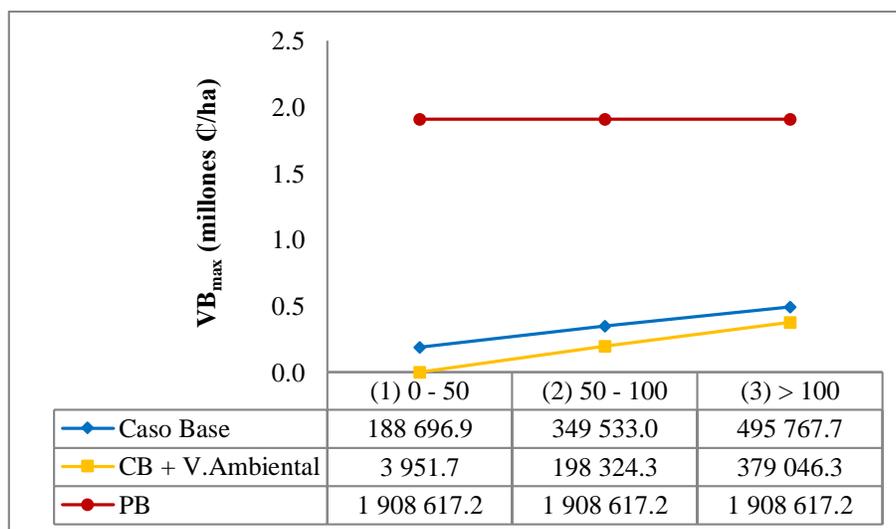


Figura 10. Valor del bosque (VB) incluyendo el costo de viabilidad ambiental, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

Es preciso anotar que los costos por viabilidad ambiental no generaron cambios en el turno de corta económico dentro del modelo, el VB_{max} se ubicó en el año 15 sin importar la clase de aprovechamiento. Por otro lado, al cargarle este costo adicional a la actividad, estimuló para que dicho indicador se alejara aún más del PB, y esto en efecto, redujo las posibilidades para que el aprovechamiento maderable cumpliera con el criterio de aceptación, por lo tanto, no se debe aceptar la inversión.

e) Valor del Bosque (VB) variando la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento

En este escenario, se simuló la condición del inversionista deudor, al cual se le calculó una TMA de 11,93 %. Esta variación significó un impacto negativo en términos de rentabilidad, el VB en todas las clases se vio afectado y se puso en evidencia que, si la inversión se realiza a mayores tasas de descuento, más vulnerable o susceptible tiende a ser.

Las UMF que se ubican en la clase 1 mostraron, en términos relativos, las mayores caídas en la rentabilidad. Utilizando el caso base como referencia, el VB_{max} disminuyó en 105 %, lo que significa un total de $\text{C}\$-10\,361,78\text{ ha}^{-1}$. A partir de la clase 2, el escenario comienza a mejorar,

en el sentido de que la renta al menos es positiva y el productor no termina con un endeudamiento producto de la actividad. Sin embargo, el VB_{max} sufre una caída del 92 %, cuando se compara con el caso base. Por lo tanto, aprovechar el bosque en estas condiciones, significaría una rentabilidad de $\text{C}\$28\,870,99\text{ ha}^{-1}$ para el inversionista. En la clase 3, se termina de corroborar el comportamiento del VB a tasas de descuento altas, la cantidad de área efectiva y el volumen total extraído que se puede dar en estas UMF permiten una mejor compensación del impacto por invertir al 11.39 %. No obstante, dicha tasa provoca una debacle financiera, de la cual estos bosques no logran recuperarse. Si comparamos con el caso base, se evidencia una disminución del 89 % en el VB; que representa un valor total de $\text{C}\$56\,580,88\text{ ha}^{-1}$ (figura 11).

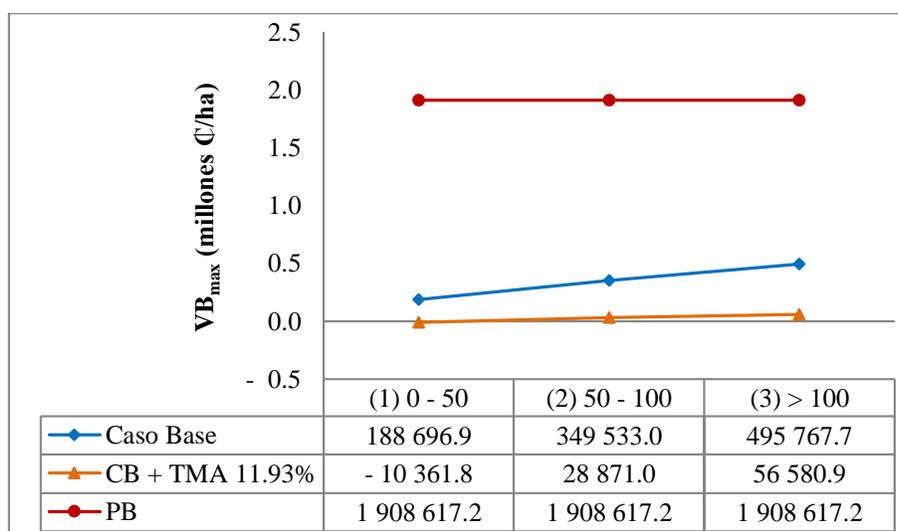


Figura 11. Valor del bosque (VB_{max}) sensibilizado a partir de la tasa mínima aceptable (TMA) de descuento, según clase de aprovechamiento. ACAHN, Costa Rica.

Utilizar la TMA a 11.39 % generó una reducción en el ciclo de corta de la clase 3, el VB_{max} pasó de los 15 años a los 14 años, mientras que en la clase 1 y 2 permaneció igual (ajustado al año 15). Se puede afirmar que para aquellos inversionistas que no cuentan con la liquidez para asumir los costos de la actividad y acuden a una fuente crediticia, su renta se castiga en altas proporciones y, para algunos casos, es necesario disminuir el ciclo de corta para obtener al menos un retorno de inversión; o en el peor de los casos, para quedar con una deuda menor. Al variar la TMA aparte de que el VB_{max} no cumple con el criterio de aceptación de la inversión, es el escenario más pesimista de todas las variaciones al caso base. No tener liquidez ni

capacidad de pago hace que la actividad se encarezca, y resulta mucho más riesgoso dedicarse a ella desde el punto de vista financiero.

Integración de todos los escenarios

En la figura 12, se compilan todos los escenarios trabajados en el análisis de sensibilidad, los cuales fueron los factores identificados que tiene un impacto determinante para la rentabilidad. Con claridad se muestra que, al eliminar los costos por formalización del permiso, aprovechar toda la madera aprobada por la AFE o tener PSA durante el ciclo de corta, se mejora la situación financiera del aprovechamiento. Caso contrario sucede cuando se asumen costos por viabilidad ambiental o bien, se tienen posibilidades de inversión más estrechas (tasa de descuento mayor), los cuales provocan que la rentabilidad se encarezca, inclusive hasta llegar a valores negativos.

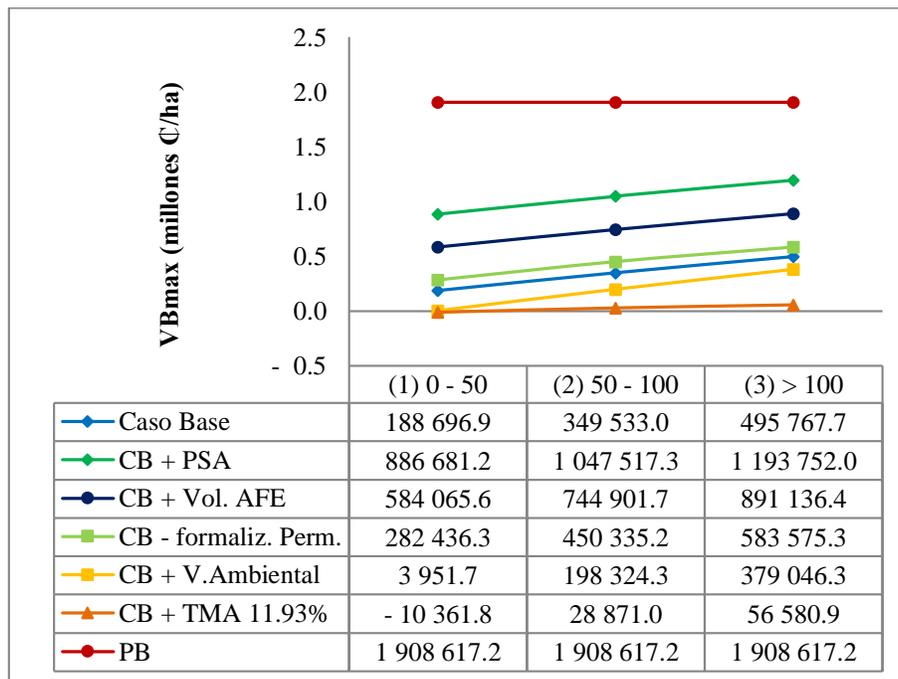


Figura 12. Factores que impactan el Valor del Bosque (VB), escenarios del análisis de sensibilidad. ACAHN, Costa Rica.

Valor del Bosque (VB) contemplando únicamente los factores que mejoran la rentabilidad

Lejos de la condición *ceteris paribus* (cambio de un factor, manteniendo los demás constantes), en este escenario se variaron tres factores simultáneamente, con los que se logró un mayor rendimiento del VB. La estrategia fue incluir PSA en todo el ciclo de corta, suponer el

aprovechamiento del 100 % del volumen aprobado por la AFE y no tomar en consideración los costos por formalización del permiso. Con ello, los valores en cada clase superaron el millón de colones por hectárea, donde la clase 3 fue la de mayores magnitudes con $\text{C}\$1\,720\,287,69\text{ ha}^{-1}$, seguido de la clase 2 con $\text{C}\$1\,543\,688,17\text{ ha}^{-1}$, y, por último, la clase 1 con $\text{C}\$1\,375\,789,32\text{ ha}^{-1}$ (figura 13). En comparación al caso base y en términos porcentuales, la condición planteada favoreció en un 630 % a los dueños de bosque de la clase 1, es decir, provocó un mayor impacto económico en áreas pequeñas; a diferencia de la clase 2 y 3 que incrementaron en un 342 % y 247 %, respectivamente. Estos valores no son nada despreciables y, a pesar de las variaciones efectuadas en el modelo, no se logró cumplir con el criterio de aceptación de la inversión; el VB de la clase 3 fue el valor más alto logrado en este análisis de sensibilidad, y aun así no alcanzó el precio del bosque en el mercado (figura 13). No obstante, este escenario se debe tomar como la ruta más concreta y alcanzable en el corto plazo, que no implica grandes cambios para mejorar el modelo de aprovechamiento, y aumentar la competitividad de los bosques frente a otros usos del suelo.

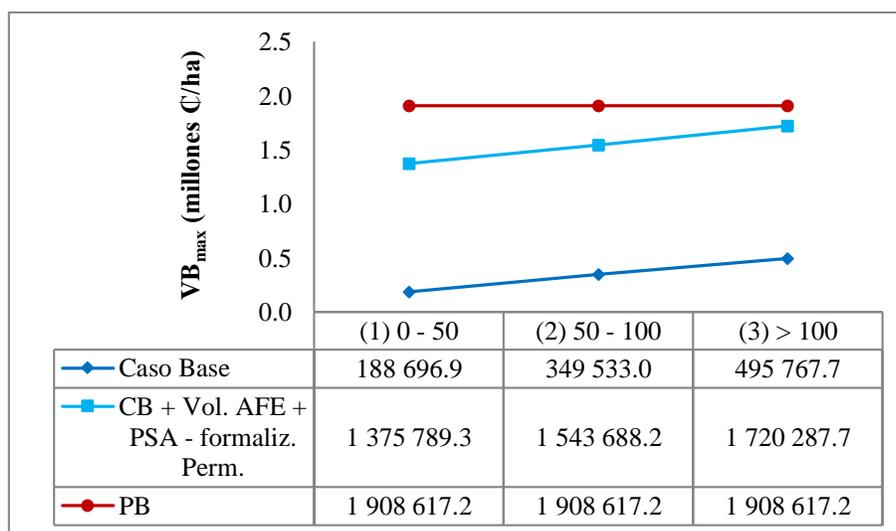


Figura 13. Valor del bosque (VB_{max}) incluyendo los factores que generan impacto positivo en la rentabilidad. ACAHN, Costa Rica.

D. Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo, en el ACAHN

1. Distribución actual de la cobertura vegetal dentro del área de estudio

La distribución de cobertura vegetal se refiere a las diferentes categorías de uso del suelo con algún tipo de vegetación, que se mantienen actualmente en la región. Su determinación fue fundamental en esta fase; ya que funcionó como la unidad geográfica de soporte para los cálculos y procedimientos requeridos en la obtención del costo de oportunidad.

En la región existe una evidente disparidad en las coberturas de los distritos, no se marca una tendencia en su distribución (figura 14); a excepción de *Bosque Maduro*, el cual predomina en tres de los cuatro distritos. Cutris tiene más de un 43 % (36 636,41 ha) de su superficie, seguido de Cureña donde se mantiene un área de bosque maduro que abarca un 39 % del distrito (14 192,45 ha). En orden descendente, continúa Pital, con un 23 % (8 775,73 ha) y Florencia con 10 % (1 922,55 ha) de su territorio; en este último distrito, es claro que el bosque maduro no es un uso del suelo predominante.

Para la categoría *Cultivos Agrícolas*, la variación en su distribución fue mucho mayor. En Cureña solo el 2 % (846,65 ha) del territorio se dedica a la agricultura, mientras tanto en Cutris se ha establecido en un 10 % (8 772,80 ha) del área, en Pital en un 19 % (7 211,15 ha) y en Florencia en un 28 % (5 556,90 ha). Los *Pastos* se destacan como la segunda cobertura vegetal con mayor extensión dentro de los distritos; y este hecho puede reflejar de alguna manera, el establecimiento de una relación inversa con la cobertura de Bosques Maduros. Entre más área disponible de bosque, la extensión de pastos es reducida y, por el contrario, cuando el área de bosque tiende a la baja, tanto los pastos como los cultivos agrícolas muestran un aumento o promoción de su área. En Cureña únicamente se ha establecido un 8 % de pastos (2 998,18 ha), mientras que en Cutris y Pital esta categoría ronda el 22 % (18 789,89 ha) y 24 % (9 270,19 ha), respectivamente. En contraste, el distrito de Florencia (con el menor porcentaje de bosque maduro) tiene una extensión de pastos de casi la mitad de su territorio (43 %), que representan 8 469,16 ha.

Las *Plantaciones Forestales* figuran poco en la distribución de coberturas, su establecimiento no es extensivo y no representa una categoría de peso en la región. En los cuatro distritos no se

supera el 7 % del territorio (Cureña: 669,12 ha; Cutris: 5 910,33 ha; Pital: 642,29 ha), tanto así que en Florencia el área es tan reducida que no llega a alcanzar ni el 0,5 % (35,49 ha) de superficie distrital.

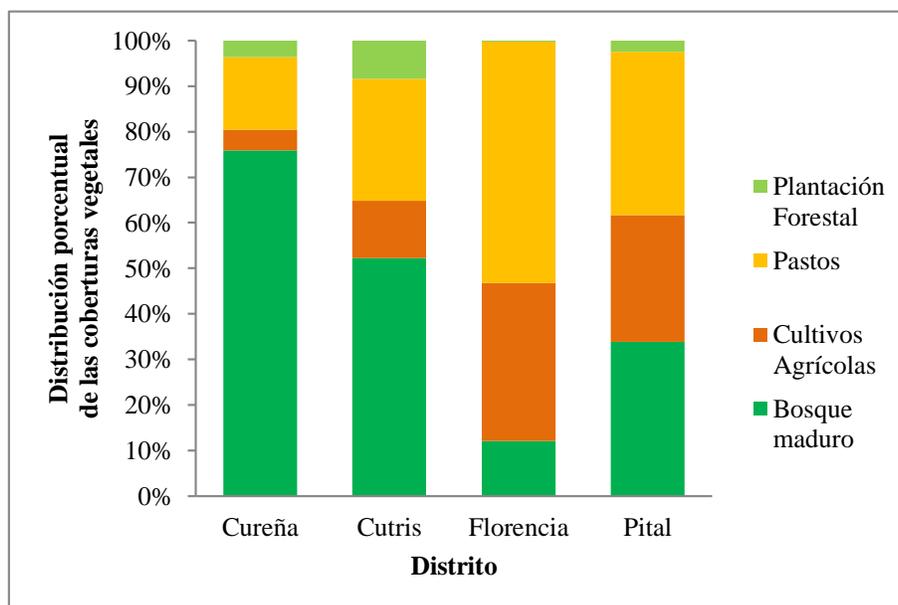


Figura 14. Distribución porcentual de las coberturas vegetales por distrito. ACAHN, Costa Rica.

2. Actividades de Producción Primaria Agropecuaria dentro del área de estudio y su rentabilidad

Las actividades alternativas que se desarrollan en el área de estudio las conforman principalmente cultivos agrícolas anuales y permanentes, plantas ornamentales, pastos y cultivos forestales (figura 15). Entre los cultivos anuales destacados están el arroz y el maíz, que abarcaron un 2 % de extensión dentro de la categoría Cultivos Agrícolas y fueron plantados principalmente en el distrito de Florencia. Sin embargo, la yuca es el cultivo anual con mayor cobertura plantada (12 % de la categoría Cultivos Agrícolas) con poco más de 2 000 ha que fueron establecidas en su mayoría dentro del distrito de Pital. Otras raíces y tubérculos como el ñame y el ñampí se destacan en el área de estudio, así como cultivos de ambientes protegidos y granos básicos. Por su parte, los cultivos permanentes de mayor distribución son la piña con 9 673,36 ha (54 % del área Cultivos Agrícolas), establecida principalmente en Pital y Cutris; seguido de la caña de azúcar con 4 063 ha (23 % de la categoría Cultivos Agrícolas), sembrada en Florencia y Cutris. El palmito, la palma aceitera, el plátano y el cacao se ubican en un rango

de extensión entre 150 ha y 300 ha, entre ellos suman un 6 % de la categoría. También se han plantado diversas frutas tropicales, que individualmente no superan las 25 ha; y es importante destacar que el banano no forma parte de los principales cultivos agrícolas en la zona de estudio (cuadro 16).

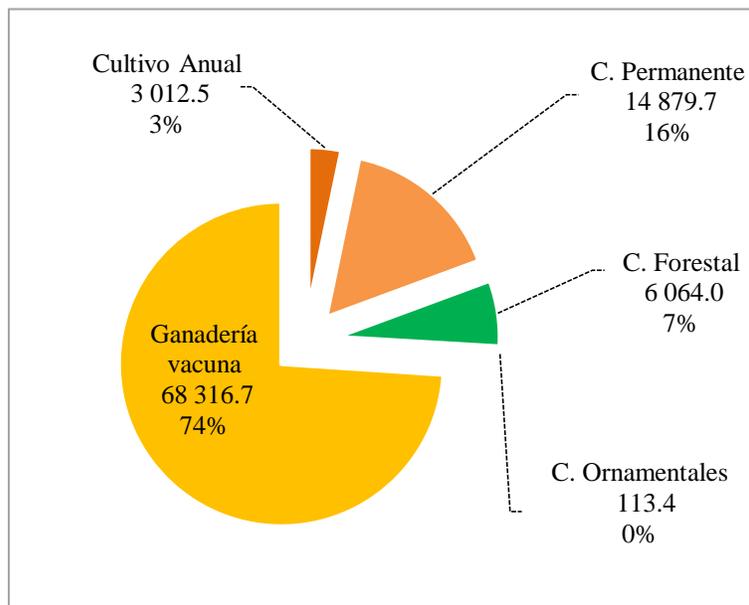


Figura 15. Distribución (en hectáreas y porcentaje) de las actividades de producción primaria agropecuarias dentro del área de estudio. Fuente: elaboración propia, a partir de datos del INEC (2014).

En los cultivos forestales, la especie de mayor extensión es melina (*Gmelina arborea*) con un total de 2 362 ha (39 % del área total correspondiente a la categoría), seguido de Teca (*Tectona grandis*) con 1 193 ha (20 %) y barbachele (*Vochysia allenii*) con 854 ha (14 %). Otras especies importantes son acacia (*Acacia mangium*), amarillón (*Terminalia amazonia*) y laurel (*Cordia alliodora*), con áreas establecidas entre 200 – 400 ha, entre las tres especies suman 14 % del área de cultivos forestales; por otro lado, el almendro (*Dipteryx panamensis*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), cedro (*Cedrela odorata*), guapinol (*Hymenaea courbaril*) y maría (*Calophyllum brasiliense*) suman un área menor a 200 ha (equivalente a 7 % del área) (cuadro 16).

Para la actividad de ganadería vacuna se encontraron algunas particularidades en los datos facilitados por el INEC. La metodología que se utilizó en el CENAGRO 2014 únicamente generó datos de pastos para ganado vacuno (pastos de corta, pastos mejorados y pastos

naturales), y no se levantaron datos de extensión por sistema de producción ganadera (ganadería para carne, para leche y para doble propósito), que era el dato de interés para este estudio. Sin embargo, utilizando valores de carga animal junto con el área de pastos con ganado vacuno, se logró calcular una aproximación de la cantidad de área dedicada a los tres propósitos. Con ello, se determinó que la ganadería para carne es el sistema de producción con mayor área abarcada en los cuatro distritos (25 951,88 ha en total, 38 %), muy de cerca, le sigue la ganadería para doble propósito (23 522,24 ha totales, 34 %), y por último, la ganadería para leche (18 842,53 ha, 28 %) (cuadro 16).

Adicional a la extensión de cada cobertura vegetal, se determinó la rentabilidad ($\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) de las actividades productivas más sobresalientes del área de estudio; a partir de la ponderación entre ambas (extensión y renta), se definió la rentabilidad promedio por categoría de cobertura (cuadro 16). Así, por ejemplo, en *Cultivos Agrícolas*, para obtener su valor se utilizaron las rentabilidades de cada cultivo agrícola junto con su extensión cultivada. En la última columna del cuadro 16, se presenta el VAE, que es la medida de rentabilidad utilizada para cada cultivo o actividad productiva; así mismo, en el cuadro 17 se muestra el resultado de la rentabilidad ponderada para cada cobertura vegetal.

En la categoría *Cultivos Agrícolas*, se presentan los valores más altos de rentabilidad, el rango se mueve entre $\text{C}821\ 107,89 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $\text{C}1\ 386\ 563,03 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Esto se debe al peso que ejerce la rentabilidad de algunos cultivos con áreas muy extensas dentro de los distritos, tal es el caso de la piña cuya rentabilidad es de $\text{C}1\ 453\ 481,24 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, la yuca con un valor de $\text{C}1\ 204\ 770,00 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y la caña de azúcar con una renta correspondiente a $\text{C}815\ 275 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$. Estos tres cultivos abarcan el 88 % de la categoría y su expectativa económica fue de las más altas, por lo tanto, a la hora de ponderar estas dos variables, el promedio resultante fue alto en comparación con las otras coberturas vegetales.

Las *Plantaciones Forestales* resultaron ser la segunda categoría con mejor rentabilidad, con valores que van desde los $\text{C}239\ 717,22 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ hasta los $\text{C}354\ 956,02 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$; sin embargo, a la hora de compararlo con los productos agrícolas su magnitud permanece muy por debajo. El distrito con promedio mayor correspondió a Florencia ($\text{C}354\ 956,02 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), seguido de Cutris ($\text{C}335\ 175,05 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$), este último con las mayores áreas sembradas de melina y teca (cuadro 16).

Cuadro 16. Extensión y rentabilidad de las principales actividades de producción primaria agropecuaria del área de estudio, por tipo de cobertura vegetal y distrito. Fuente: elaboración propia, a partir de datos del INEC (2014) y otras fuentes secundarias.

Cobert. Vegetal	Actividad Productiva / Cultivo	Área (ha) por distrito						Rentabilidad	
		Florencia	Pital	Cutris	Cureña	Área total (ha)	(%)	VAE (€ha ⁻¹ año ⁻¹)	
Cultivos Agrícolas	Piña	30,0	5 431,1	3 723,2	489,0	9 673,4	54	1 453 481,2	
	Caña de azúcar	1 690,0	4,0	2 367,9	1,3	4 063,2	23	815 275,0	
	Yuca	319,1	1 447,5	290,5	114,3	2 171,4	12	1 204 770,0	
	Palmito	1,0	281,1	0,0	0,0	282,1	2	1 288 476,0	
	Palma aceitera	0,0	0,0	220,0	55,0	275,0	2	643 656,9	
	Arroz	190,0	0,0	41,4	0,0	231,4	1	328 669,5	
	Plátano	143,5	11,8	29,8	45,0	230,1	1	2 053 987,0	
	Maíz	97,1	10,1	35,2	33,0	175,4	1	0,0	
	Cacao	0,5	0,0	95,5	70,0	166,0	1	39 312,6	
	Ñame	3,0	29,4	46,8	47,1	126,2	1	635 103,3	
	Otros 39 cultivos	262,6	74,5	208,8	65,7	611,5	3	NA	
Subtotal	2 736,8	7 289,4	7 059,1	920,3	18 005,7	100			
Plantación Forestal	Melina	27,0	469,5	1 445,0	421,0	2 362,4	39	159 612,1	
	Teca	25,3	148,4	1 019,6	0,0	1 193,3	20	552 524,1	
	Otras 29 especies	248,2	435,6	1 534,7	289,9	2 508,3	41	356 068,1	
	Subtotal	300,4	1 053,4	3 999,3	710,9	6 064,0	100		
Pastos	Ganado vacuno para carne	2 733,2	5 949,3	13 021,9	4 247,4	25 951,9	38	58 631,9	
	Ganado vacuno para leche	6 224,1	4 733,2	6 086,1	1 799,2	18 842,5	28	567 009,0	
	Ganado vacuno para doble propósito	2 664,6	6 730,8	10 308,0	3 818,9	23 522,2	34	112 580,5	
	Subtotal	11 621,9	17 413,3	29 416,0	9 865,5	68 316,7	100		

Para el caso de la categoría *Pastos*, se determinó una rentabilidad entre €172 227,31 ha⁻¹ año⁻¹ y €343 261,16 ha⁻¹ año⁻¹; estos valores se ubican por debajo, tanto de la categoría *Cultivos Agrícolas* como de *Plantaciones Forestales*, pero son mayores que la renta generada por el

aprovechamiento maderable en *Bosque Maduro* (cuadro 17). En *Pastos*, la actividad productiva que se desarrolla es la ganadería vacuna, y Florencia fue el distrito que mayores réditos económicos (¢343 261,16 ha⁻¹ año⁻¹) tuvo con respecto a los otros sitios; ahí predomina la ganadería para leche, que tiene una rentabilidad de 567 009,00 ha⁻¹ año⁻¹. Por su parte, en Pital, Cutris y Cureña el propósito que prevalece es la ganadería para carne y doble propósito, cuyos VAE son de ¢58 631,92 ha⁻¹ año⁻¹ y ¢112 580,50 ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente (cuadro 16). En tanto, para la actividad de aprovechamiento maderable en *Bosque Maduro*, la rentabilidad que se empleó fue el VB de la clase de aprovechamiento 2, que al anualizarlo dio un VAE de ¢18 185,53 ha⁻¹ año⁻¹. Este valor deja en claro que la actividad de aprovechamiento en *Bosque Maduro* es la que tiene menores utilidades con respecto a las otras actividades de uso del suelo (cuadro 17).

Cuadro 17. Rentabilidad promedio para las categorías de cobertura vegetal, por distrito. ACAHN, Costa Rica.

Cobertura vegetal	Rentabilidad (¢ ha ⁻¹ año ⁻¹)				
	Florencia	Pital	Cutris	Cureña	Promedio
Cultivos agrícolas	821 107,9	1 386 563,0	1 128 686,5	1 121 897,4	1 114 563,7
Pastos	343 261,2	217 669,7	182 718,2	172 227,3	228 969,1
Plantación Forestal	354 956,0	296 187,5	335 175,0	239 717,2	306 508,9
Bosque Maduro	18 185,5	18 185,5	18 185,5	18 185,5	18 185,5

3. Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades productivas alternativas dentro del área de estudio

En términos generales, la categoría *Cultivos Agrícolas* se posicionó como la actividad que ejerce mayores costos de oportunidad para el aprovechamiento maderable; en especial aquellos sitios donde la cercanía a mercados, acceso a servicios e infraestructura favorecen la producción y comercialización de los cultivos. Los rangos en los que se ubica el costo de oportunidad van desde los ¢ 802 922,36 ha⁻¹ año⁻¹ hasta ¢ 1 368 377,49 ha⁻¹ año⁻¹; en este caso el límite inferior del rango corresponde al distrito de Florencia, mientras que el límite superior se refiere a Pital. En *Pastos* se reportan costos de oportunidad menores, con un rango entre los ¢154 041,77 ha⁻¹ año⁻¹ y los ¢325 075,63 ha⁻¹ año⁻¹; donde Cureña y Florencia son los de menor y mayor costo de oportunidad, respectivamente. En *Plantaciones Forestales*, los valores se ubican entre ¢221

531,69 ha⁻¹ año⁻¹ y ₡336 770,48 ha⁻¹ año⁻¹; en este caso al igual que en *Cultivos Agrícolas*, el distrito de Florencia le genera menor costo de oportunidad a la actividad de aprovechamiento forestal, y Pital el mayor costo de oportunidad (cuadro 18).

Es necesario aclarar que el análisis de costo de oportunidad únicamente toma valores referencia de actividades productivas primarias, dejando de lado la presión que puedan ejercer otras actividades como las industriales, procesamiento agro-industrial, comercios y servicios, desarrollos inmobiliarios, entre otros; que se desenvuelven en la región. De haberse incluido, se hubieran incrementado los rangos de costo de oportunidad para algunos sitios; como el caso de Florencia, donde destaca una presencia importante de actividades económicas de esta índole. Otro comportamiento particular es la existencia de una relación inversa entre el área de extensión de las coberturas vegetales y el costo de oportunidad de las actividades productivas dentro de esas coberturas. Los *Pastos* abarcan grandes extensiones de terreno, pero son los de menor costo de oportunidad; y, por el contrario, *Cultivos Agrícolas* tienen extensiones, de moderadas a bajas, con respecto a las otras categorías, pero su rentabilidad significa altos costos de oportunidad para la actividad de aprovechamiento en bosque.

Cuadro 18. Costo de oportunidad para cada cobertura vegetal, tomando como actividad central el aprovechamiento maderable en bosque natural.

Cobertura vegetal	Costo de Oportunidad (₡/ha/año)				
	Florencia	Pital	Cutris	Cureña	Promedio
Cultivos agrícolas	802 922,4	1 368 377,5	1 110 501,0	1 103 711,9	1 096 378,2
Pastos	325 075,6	199 484,2	164 532,6	154 041,8	210 783,6
Plantación Forestal	336 770,5	278 002,0	316 989,5	221 531,7	288 323,4
Bosque Maduro	-	-	-	-	-

4. Costo de oportunidad según análisis de vecindad

La figura 17 muestra la distribución de valores de costo de oportunidad calculados para las diferentes unidades cartográficas. Estas unidades son elementos gráficos que fueron utilizadas para el análisis económico, corresponden a una celda o pixel dentro del mapa; y están asociadas a una unidad territorial existente en la realidad. El procesamiento de los datos generó un conjunto de valores que se ubican entre \leq ₡0 ha⁻¹ año⁻¹ y \geq ₡2 millones ha⁻¹ año⁻¹; este rango, a

su vez, funciona como un parámetro para valorar el nivel de presión económica que ejercen las actividades productivas colindantes sobre una unidad.

Se puede observar que los sitios con costos de oportunidad altos (rango de $\text{C}\$500$ mil ha^{-1} año^{-1} a $\geq \text{C}\$2$ millones ha^{-1} año^{-1}) se ubican en la parte sur de Cutris y Pital, y prácticamente, en todo el distrito de Florencia. En estas localidades, hay una mayor presencia de coberturas vegetales de *Cultivos Agrícolas* y *Pastos*, cuyas cadenas productivas generan altas rentabilidades; principalmente por presencia de productos como la piña, la yuca, el plátano y la caña de azúcar, entre otros. La predominancia de la agricultura y la ganadería en esos sitios, puede atribuirse a mejores condiciones en caminos e infraestructura, servicios y acceso al mercado; y esto, por supuesto, impacta de manera positiva en la rentabilidad e incrementa los costos de oportunidad para las otras actividades productivas, como el aprovechamiento maderable.

Por otro lado, en la parte central y norte del área de estudio predominan los costos de oportunidad medios (rango de $\text{C}\$50$ mil ha^{-1} año^{-1} a $\text{C}\$500$ mil ha^{-1} año^{-1}) y bajos (rango de $\leq \text{C}\$0$ a $\text{C}\$50$ mil ha^{-1} año^{-1}). Las actividades que ahí se desarrollan están fuertemente definidas por tres condiciones: 1) por la naturaleza del cultivo o producto y el comportamiento de su demanda no se generan altas rentabilidades; 2) los sitios donde se establecen tienen mayores limitaciones biofísicas y de ubicación geográfica, que promueve una merma considerable de la expectativa económica de la actividad; y, 3) el uso del suelo es de vocación forestal, lo cual obliga que la única actividad productiva a desarrollar dentro del bosque sea el aprovechamiento maderable.

Los bosques maduros son la cobertura con mayor distribución dentro de los cuatro distritos; y a su vez, los que tienen más retos para competir a nivel de rentabilidad; es decir, donde hay grandes extensiones de bosque, la expectativa económica es menor. Esto se apoya en que el 73 % del área de *Bosque Maduro*, se ubica en sitios con valores bajos; caso contrario sucede en terrenos de *Cultivos Agrícolas*, donde el 82 % de su área se ubica en zonas con altos costos de oportunidad (figura 16).

En *Pastos* y *Plantaciones Forestales*, la distribución del área con respecto al costo de oportunidad es particularmente diferente, si se compara con las otras dos coberturas vegetales mencionadas anteriormente. *Pastos* se distribuye con más uniformidad; no obstante, existen dos tendencias; una donde las áreas de pastos se ubican en la zona de valores medios (38 %), y la otra donde el área está en sitios con valores altos (43 %). Por su parte, en *Plantaciones*

Forestales, el 71 % de su área se concentra en la zona donde los costos de oportunidad son medios (figura 16).

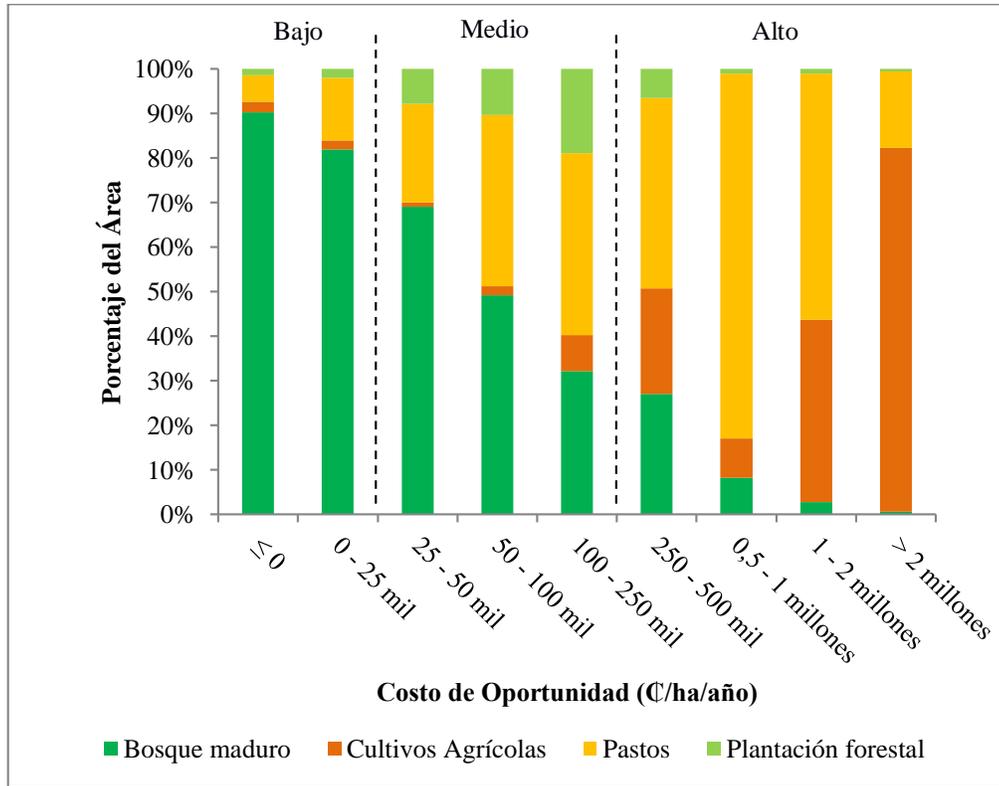


Figura 16. Distribución de las coberturas vegetales según costo de oportunidad. ACAHN.

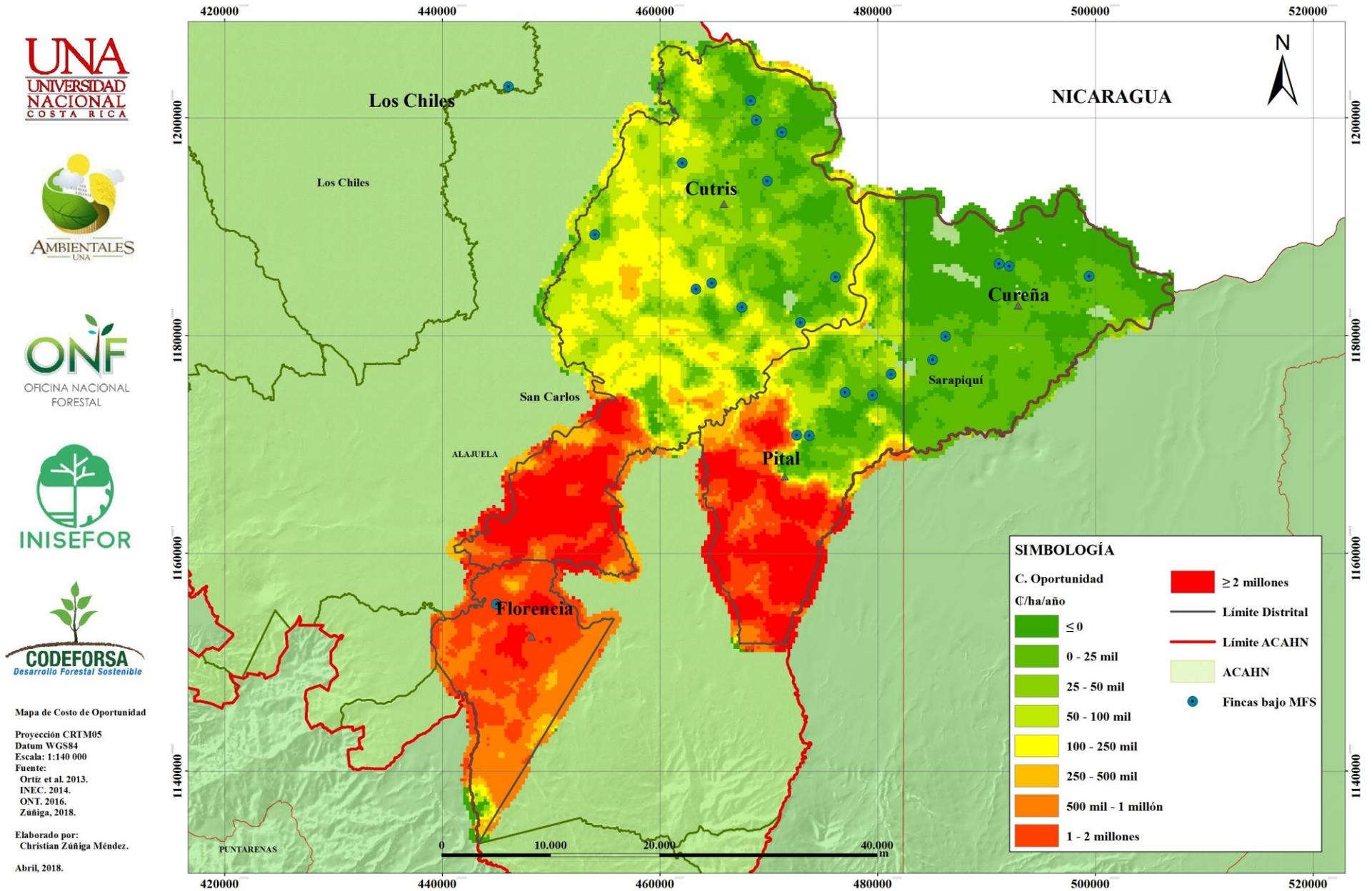


Figura 17. Mapa de Costo de Oportunidad basado en las actividades productivas desarrolladas en las coberturas vegetales del área de estudio.

V. DISCUSIÓN

A. Generalidades de la actividad

1. Fincas y áreas bajo manejo forestal

En la Zona Norte, el aprovechamiento de bosque se desenvuelve en un contexto o sistema de finca, donde los cuarteles de manejo son fragmentos generalmente pequeños. Esta condición es una característica típica de la región, donde las áreas efectivas de manejo rondan o son menores a las 50 ha (Méndez 2008, Maginnis *et al.* 1998), encontrándose también áreas forestales mayores a 50 ha, pero menores a 100 ha (Méndez 1996). Esta masa forestal coexiste con otros usos de la tierra dentro de la misma propiedad, en un paisaje dominado por la agricultura y las pasturas (McGinley y Cabbage 2011); donde se desarrollan diversas actividades productivas, tales como: reforestación con especies comerciales, ganadería, protección de bosque (PSA), agricultura y otras ligadas a las áreas de infraestructura. El CATIE (1992) identificó rasgos comunes en las fincas que realizaban aprovechamiento maderable en los años noventa y estableció una tipología sencilla, dividida en tres grupos.

El primer grupo correspondía a fincas pequeñas, las cuales no superaban las 50 ha y sus dueños por lo general eran agricultores individuales; el segundo grupo son las fincas medianas que se ubicaban entre 50 ha y 100 ha, y con propietarios dedicados a la ganadería; por último, el tercer grupo hacía referencia a las fincas grandes que superaban las 100 ha, que estaban en manos de sociedades anónimas y compañías agroindustriales. Luego de más de dos décadas, el comportamiento y el desarrollo del manejo forestal en la región ha sufrido cambios, a pesar de que la actividad sigue sucediendo en parches de bosques con áreas similares a los años noventa, la tenencia si ha variado sustancialmente.

Hoy las fincas con grandes extensiones de bosque son propiedad de dueños, cuya actividad principal se enfoca en la industria y comercio de madera, y pocas a la ganadería o a la agroindustria. Por su parte, los dueños de fincas de rango medio se dividen entre comerciantes e industriales de la madera, ganaderos y otros, que son casos muy particulares. El único rango que mantiene los atributos de los noventa son los bosques pequeños que siguen estando en manos de agricultores individuales, con la suma de algunos industriales de la madera y ganaderos; los cuales, a su vez, predominaron dentro de la población analizada. Este

comportamiento puede reflejar un avance y una posibilidad para establecer estrategias que favorezcan la integración del bosque con la industria.

Es clara y significativa la presencia de los industriales y comerciantes de madera como dueños del bosque; el acceso de este grupo al recurso forestal puede darse de forma más directa y eficiente, permitiendo un mejor posicionamiento de la madera en los mercados locales. Esa combinación de factores (tamaño y tenencia) saca a relucir un punto que se puede potenciar; en áreas efectivas medianas y grandes hay una reserva mayor para el aprovechamiento y, al ser propiedad de dueños con actividades económicas más consolidadas y relacionadas al sector, las posibilidades de inversión podrían ser más concretas. Palacios y Quiroz (2011) manifiestan que, en términos económicos y financieros, los bosques manejados de grandes áreas ofrecen ventajas en acceso a mercados, inversiones más seguras y de mayor cantidad, mejores condiciones para aplicar tratamientos silviculturales y costos más bajos, por efecto de la economía de escala.

Por el contrario, en los bosques pequeños sus propietarios tienen mayores presiones económicas. Sin embargo, el hecho que los bosques pequeños estén en manos de pequeños agricultores, también es una posibilidad para consolidar el manejo forestal como una opción complementaria a la producción agropecuaria, de manera que no compita con los otros usos de la finca, sino que se planifique y gestione como una actividad integrada a las cadenas de valor, a sistemas productivos diversificados e inclusive al turismo rural (Palacios y Quiroz 2011, Campos y Villalobos 2008, Picado 1992 citado en López 1994).

2. Gestión y proceso lógico de la actividad

Uno de los aspectos con mayor réplica, en la consulta realizada a los dueños de bosque, se relaciona con la solicitud del permiso de aprovechamiento maderable. Este trámite que se realiza ante el MINAE y que involucra ocasionalmente a SETENA, ha generado una serie de reacciones negativas y una mala reputación para la actividad; ya que está ligado a una baja flexibilidad en las regulaciones forestales, un trámite complejo lleno de discrecionalidades y una ineficiente respuesta del aparato institucional competente.

De primera entrada, la normativa forestal del país establece que las intervenciones en el bosque se deben realizar en un periodo no menor a los 15 años. No obstante, los atrasos en la aprobación del permiso provocan automáticamente, y casi, de forma obligatoria, que ese ciclo se extienda por un año más, en el mejor de los casos. Esto quiere decir que, para el usuario de bosque en la

Zona Norte, el periodo real para acceder al recurso maderable es de un mínimo de 16 años, con grandes posibilidades de llegar hasta los 17 años o incluso más.

Esto deja en evidencia, que la capacidad operativa de las oficinas regionales del SINAC no es suficiente para atender y poder cumplir con lo que dispone los Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales, que indica que la AFE deberá aprobar los planes de manejo (que cumplan con todos los requisitos y no requieran inspección previa) en un plazo máximo de 30 días, mediante resolución administrativa (Decreto N° 34559-MINAE 2008). Este comportamiento también fue analizado por Arias y Zamora (2005), quienes determinaron que para el año 2004 el proceso de aprobación duró más de seis meses en resolverse. Esto quiere decir que después de una década transcurrida, los tiempos de aprobación en vez de reducirse tienden al aumento; traduciéndose en un impacto negativo al dueño del recurso forestal.

Esta situación se ha convertido en una de las barreras más importantes para la adopción del manejo forestal, ya que los tiempos de espera provocan incertidumbre e indignación en los dueños de bosque (Camacho 2015; Navarro y Bermúdez 2006; FAO 2004). Según manifestaciones de los mismos propietarios, en muchos casos, para darle seguimiento al trámite se debe abandonar la actividad económica principal por horas e incluso días, así como, hacer una inversión adicional de dinero y recurso humano. Lo anterior es una muestra que el marco legal encargado de regular la producción, aprovechamiento y procesamiento forestal, más allá de facilitar los procesos, ha hecho que el acceso al recurso sea complejo; provocando un encarecimiento en la legalidad de la actividad y motivando prácticas ilegales (Pacheco *et al.* 2016; Navarro *et al.* 2014; Palacios y Quiroz 2011).

No obstante, el acompañamiento de las organizaciones y de algunos profesionales forestales independientes en este proceso, ha traído consigo efectos positivos; no solo han asumido la planificación del aprovechamiento, sino también la solicitud del permiso de cosecha. Cuando los dueños del bosque les delegan la potestad sobre la gestión, estos se evitan o reducen la presión burocrática que ello implica y da la posibilidad de acelerar el trámite; ya que los técnicos conocen mejor la lógica del procedimiento y han acumulado vasta experiencia lidiando con la institucionalidad.

3. Volumen Comercial Cosechado

El volumen promedio para la región se mantiene en los mismos niveles de cosecha que en décadas anteriores, no obstante, los datos actuales muestran una mejor distribución de la madera por grupo comercial; lo cual difiere de Méndez (1996) quien reportó un promedio de $11,20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, similar al encontrado en este estudio, pero con una predominancia de un 80-95 % de maderas semiduras. Otras investigaciones en unidades de manejo individuales, registraban promedios de cosecha alejados de la media actual, con volúmenes de $10,1 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (Méndez 2008; Quirós y Gómez 1998). En cuanto a especies predominantes, se coincide con Svob *et al.* 2014, quienes encontraron que las más abundantes y frecuentes dentro de los censos comerciales eran Botarrama (*Vochysia ferruginea* Mart.), Caobilla (*Carapa guianensis* Aubl.) y Tamarindo (*Dialium guianense* (Aubl.) Sandwith); con una abundancia relativa de 12,5 %, 10,6 % y 8,9 %, respectivamente.

Por otra parte, la merma en el volumen cosechado es una de las características que forman parte del escenario típico de la actividad. Ese volumen que se queda en campo representa el 45 % de la masa forestal aprobada por la AFE para la cosecha. Si bien es cierto, el manejo ha mejorado en los últimos 20 años, aún hoy existen barreras que impiden aprovechar el 100 % del volumen comercial disponible.

La experiencia de los dueños de bosque señala algunos factores vinculantes en esa disminución del volumen extraído, que refieren a condiciones ambientales y comercialización de la madera. El primer factor se relaciona con mayores patrones de lluvias que inciden en la extracción del recurso; y el segundo, con dificultades para vender la totalidad de los individuos de ciertas especies; principalmente de Botarrama y otras maderas suaves, que, en algunas ocasiones, a pesar de haber sido cosechadas, quedan en campo por presentar daños mecánicos a nivel de fuste (huecos dentro del tronco). También se indican problemas con el Tamarindo, del cual existe una resistencia por parte de los compradores o madereros, debido a que las características físicas de la madera hacen que se desafilen los equipos de corte.

A lo anterior, se le debe sumar que el aprovechamiento se realiza en masas forestales complejas con una enorme riqueza florística (Zúñiga 2016, Fisher *et al.* 2014), pero con un grupo reducido de especies que acaparan el volumen de cosecha. Esta condición en la Zona Norte coincide con lo que sucede en los bosques tropicales húmedos en México, según Ortega-Escalona (2011) la

situación presentada puede deberse al desconocimiento de las propiedades tecnológicas de las otras especies, al poco volumen disponible de ellas en las unidades de manejo y la alta dureza de la madera, que dificulta su extracción o transformación.

B. Estructura de Costos de las etapas de aprovechamiento maderable en bosque natural

Los costos que se presentan en la actualidad, muestran el reto que tienen los dueños de bosque para el cumplimiento legal del aprovechamiento. Hace más de dos décadas los costos para vender la madera en pie no superaban los $\text{C}\$10/\text{pmt}^1$ (Quirós y Gómez 1998; Méndez 1996; López 1994; Finegan *et al.* 1993), y hoy se registran en rangos entre los $\text{C}\$25/\text{pmt}$ a $\text{C}\$49/\text{pmt}$. Al mismo tiempo, si se comparan con evaluaciones más recientes (Navarro y Bermúdez 2006), se muestra que los costos por acceso legal al recurso forestal han incrementado un 41 % en promedio; esto puede corresponder no solo al encarecimiento en el costo de vida, sino también a que los tiempos de aprobación del permiso han aumentado en los últimos años.

Dentro de esa estructura de costos, la planificación y la formalización del permiso constituyen las etapas en las que se debe invertir más capital, juntos acaparan el 80 % a 90 % de la inversión (para la venta de madera en pie). Los propietarios se aquejan frecuentemente por ambas etapas, la primera por el alto costo que significa el plan de manejo y la segunda por la inversión adicional, de tiempo y dinero, que están obligados a hacer para obtener el permiso de corta. A diferencia de la planificación, que sí puede generar mayor valor agregado a la actividad, la formalización del permiso se manifiesta como un costo burocrático impregnado en el MFS (Navarro *et al.* 2006); que no representa una inversión para mejorar la actividad; sino que es un gasto adicional que se ha normalizado, validado y aceptado por los actores involucrados.

Estos atrasos en la aprobación del permiso provocan, consecuentemente, una demora en la ejecución de las operaciones, y termina siendo un efecto negativo para cualquier productor en términos de rentabilidad. Sin embargo, ese impacto es más significativo para aquellos propietarios que tienen bosques menores a 50 ha; donde los costos ejercen una presión mayor sobre los ingresos (Palacios y Quiroz 2011). A esto hay que sumarle el peso del nivel de

¹ Equivalente a $\text{C}\$50/\text{pmt}$, en valores del 2014.

conocimiento y habilidades del dueño con respecto a la tramitología de los permisos ante la AFE; así mismo, son inversionistas con baja capacidad adquisitiva, que enfrentan dificultades económicas para el cumplimiento de la legalidad (Brown *et al.* 2010). Prescindir de estos costos no solo supone grandes mejoras en la rentabilidad, sino también significaría un cambio radical en el acceso al recurso y en la percepción que tienen los usuarios del MFS.

Por otro lado, el interés público por mantener los bienes y servicios ambientales a la entera disposición y a un bajo costo para la sociedad, no ha sido planteado ni ejecutado de una forma equilibrada; ya que está limitando a los propietarios que pretenden tener un rédito a partir de su bosque (Meza *et al.* 2010; Meza 2008; Navarro 2004a). La estructura de costos es un reflejo de lo que se ha convertido el aprovechamiento maderable, que prácticamente se trata de un cumplimiento de requisitos para satisfacer esas demandas e intereses públicos, y no corresponde necesariamente a una visión de manejo forestal sostenible en todo su conjunto; donde el criterio de eficiencia económica debe tener igual importancia que los aspectos ambientales y sociales (Cano *et al.* 2015; Contreras-Hermosilla 2011; McGinley *et al.* 2012; Meza *et al.* 2010).

Si bien es cierto, la normativa debería ofrecer ventajas como poca interpretación, simplicidad administrativa y facilidad de cumplimiento; en este caso, no se ha logrado implementar de forma eficiente y efectiva. Por el contrario, minimiza la innovación basada en criterios técnicos-científicos-tecnológicos, reduce la oportunidad de efectuar un manejo forestal adaptativo y la viabilidad financiera de las operaciones forestales (McGinley *et al.* 2012).

Todo ese conjunto de regulaciones estrictas y preceptivas no está asegurando ni promoviendo la sostenibilidad de los fragmentos de bosque como se esperaba; sino por el contrario, se están asumiendo como un incentivo o motivación para optar por la ilegalidad del aprovechamiento, para migrar a otros usos de la tierra más rentables, y finalmente, se ha convertido en una limitante para la adopción del MFS por parte de los dueños de bosque (Navarro *et al.* 2014; Pacheco 2013; McGinley *et al.* 2012; Contreras-Hermosilla 2011; Navarro *et al.* 2006).

En este sentido, si se quiere avanzar en el eje económico del MFS, encadenar mejoras sociales en los productores y asegurar la permanencia del ecosistema forestal, se deben optimizar los procesos previos al aprovechamiento; esto implica la disminución de tiempos y costos, así como el fortalecimiento de la gobernanza del manejo de bosques (Abdul Rahim *et al.* 2012).

C. Rentabilidad del aprovechamiento forestal en bosque natural

1. Rentabilidad en el corto plazo

Los análisis financieros de corto plazo del aprovechamiento de bosque realizados en la década de los noventas, se centraron en su mayoría en áreas efectivas inferiores a 50 ha (Quirós y Gómez 1998; Finegan *et al.* 1997). En aquellos estudios, donde sí se tuvo información de distintas unidades, no se diferenció por tamaño de bosque, sino que el comportamiento económico fue analizado individualmente, y luego a través de un promedio general para toda la población (Méndez 1996; López 1994). A pesar de las diferencias metodológicas, el margen de utilidad neta era coherente o similar entre los estudios, coincidiendo en un rango entre ¢23 019,0 ha⁻¹ y ¢68 535,57 ha⁻¹ (que en valores del 2014 ascienden a ¢116 668,9 ha⁻¹ y ¢275 974,8 ha⁻¹; respectivamente).

Al comparar dichos datos con los calculados en esta investigación, se deja en evidencia que la rentabilidad del manejo forestal de bosques no ha mejorado, proporcional al tiempo que ha transcurrido y a la cantidad de cambios implementados en el modelo. A pesar de que el análisis de corto plazo reporta valores positivos en los tres escenarios típicos; si esos ingresos se anualizan simulando el ciclo de corta, el margen de utilidad para el propietario resulta marginal, lejano a las rentas provenientes de otras actividades agroproductivas; e inclusive por debajo del monto que se paga por PSA en la modalidad de protección. Esta situación es más crítica en áreas de manejo menores a 50 ha, donde las utilidades son más limitadas.

Un aspecto que podría estar colaborando en este comportamiento es la cantidad de volumen comercial cosechado en las UMF. En los bosques de la clase 1, se reportan volúmenes de cosecha inferiores que en la clase 2 y 3, y la cantidad de madera aprovechada por grupo comercial (dura/fina, semidura y suave) es proporcionalmente la misma entre ellas. A diferencia de los bosques medianos y grandes, donde existe una predominancia de especies de alto valor comercial, lo cual podría estar afectando positivamente el ingreso bruto que reciben los dueños de esas unidades.

Una menor disponibilidad en el volumen comercial de la clase 1 estaría relacionada a una alta intensidad en las cosechas anteriores, lo cual condiciona la capacidad de recuperación de la masa forestal. En un estudio en UMF de la Zona Norte, Meza (2008) determinó que para aquellos bosques que tuvieron un primer aprovechamiento con intensidades altas, las maderas suaves y

semiduras clasificadas no lograron recuperarse positivamente al término del ciclo de corta. Mientras tanto, para aquellos bosques que tuvieron una primera cosecha de baja intensidad, la recuperación del volumen comercial fue positiva, principalmente en los grupos comerciales de semiduros comunes y semiduros clasificados; situación que se presenta en el volumen cosechado en las clases 2 y 3.

Por lo tanto, bajo estas condiciones, se está limitando la inclusión efectiva del pequeño propietario en la actividad forestal, quien aparte de tener menos volumen comercial disponible, tiene mayores dificultades para poder cumplir con los requerimientos del modelo actual de MFS. Conllevando a que su experiencia en términos económicos, sea más condicionada en comparación con otros propietarios.

2. Rentabilidad en el largo plazo: análisis de inversiones

El Valor del Bosque (VB) como una adaptación del modelo de Faustmann (VET), permitió recrear el escenario actual de aprovechamiento de madera en bosque en un ciclo de rotación, enfocándose en la maximización del valor forestal y en la determinación de aspectos limitantes de la rentabilidad.

Esta evaluación confirma lo que en los últimos 12 años se viene reportando en investigaciones dentro del área de estudio. Algunos autores, como Navarro y Bermúdez (2006) mediante su enfoque de MFS *regulado* (impacto de las regulaciones sobre la actividad), determinaron un valor del bosque (VB) negativo ($\text{C}\$-100\ 985\ \text{ha}^{-1}$); mientras que Pitacuar (2010), Rodríguez (2010), Sánchez (2010) y Meza (2008) estimaron rentabilidades positivas ($\text{C}\$260\ 970\ \text{ha}^{-1}$; $\text{C}\$318\ 929\ \text{ha}^{-1}$; $\text{C}\$362\ 241\ \text{ha}^{-1}$; $\text{C}\$143\ 001\ \text{ha}^{-1}$; respectivamente) que, desde el punto de vista de la teoría de inversiones, no fueron consideradas como rentables. Este retorno, a pesar de ser positivo, no fue suficiente para superar o al menos alcanzar el precio del bosque en el mercado (PB), lo cual es vinculante para cumplir con el criterio de aceptación de la inversión según el VET.

Teniendo en cuenta los resultados, que reportan rentabilidades marginales, es válido cuestionar si verdaderamente bajo las condiciones actuales se puede asegurar la sostenibilidad de la producción de madera en bosque, independientemente del área efectiva manejada. Este panorama podría ser una de las causas de desmotivación en el productor, por ende, le adiciona mayor vulnerabilidad a los bosques, que constantemente sufren presiones de otras actividades

productivas más rentables, como la piña (Navarro y Bermúdez 2006, Pitacuar 2010). Este último cultivo responsable, durante el 2000 al 2015, de la pérdida de 3 192,70 ha de cobertura forestal en la Región Huetar Norte (PNUD *et al.* 2017).

Lo que revela el caso base, lejos de ser un motivo para quitarle atención al MFS como actividad de uso del suelo, brinda rutas claras hacia donde se deben enfocar los esfuerzos del sector forestal; y es aquí donde conviene considerar con mayor ímpetu el MFS no como actividad principal, sino como un uso del suelo más dentro de la finca, complementario a las demás actividades productivas, e inclusive pensar en nuevos modelos de manejo forestal que procuren la factibilidad económica, y buscar mejores alternativas financieras dentro del manejo forestal, que estimulen al inversionista dueño de bosque (Zea 2003).

Si se es flexible con el criterio de aceptación de la inversión y el ciclo de corta económico (que en este caso se ajustó a lo que indica la normativa), y se valora únicamente el periodo donde el VB genera rentas positivas, se podría considerar del año 12 en adelante como un periodo potencial para tomar decisiones en torno a la actividad. Aunque las rentas no se comparan con el precio de venta del activo tierra, están generando un ingreso positivo que podría, al menos, mantener activo al propietario en la actividad. Referido a lo anterior, Kant (2003) indica que, por las incertidumbres en la producción forestal, la rentabilidad positiva es una alternativa viable y económicamente óptima, en lugar del beneficio máximo. Manifiesta, además, que la rentabilidad óptima es un concepto relativo, y esa incertidumbre en los sistemas naturales y sociales provoca que un agente social nunca maximice sus resultados, pero que siempre buscará que sean positivos; y esto, por tanto, hace que la asignación de recursos mejore en torno a una eficiencia adaptativa y no bajo una eficiencia en la asignación.

Por otra parte, la evaluación realizada a través del VB más allá de visualizar el retorno económico de la actividad, reveló ciertos aspectos de relación entre las partes involucradas (como el rol que tienen las instituciones en el proceso); que al ser tomados en cuenta dentro del esquema resultaron, incluso, con mayor peso en comparación a otros aspectos técnicos-productivos. Esa gama de factores productivos, económicos, sociales y ambientales que envuelven la actividad, son un pequeño reflejo de lo complejo que resulta enclaustrar el manejo forestal en un modelo. Conforme evoluciona la actividad va surgiendo la necesidad de incluir otras corrientes y visiones emergentes dentro del análisis económico (Kant 2013; Kant 2003);

que logre integrar aspectos múltiples y se avance, no solo en el entendimiento del sistema; sino en la mejora de las condiciones de todos los actores involucrados.

3. Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, a grandes rasgos, mostró debilidades más allá de lo financiero e incluyó aspectos de toma de decisión de los actores involucrados, nivel de liquidez de los productores, así como problemas de gobernanza forestal. Esas debilidades se manifestaron en la producción (p.e. al no cosechar todo el volumen aprobado), en las relaciones contractuales con las demás partes (p.e. exceso de trámites, atrasos en el permiso de cosecha, poder de negociación del dueño del bosque, grado de conocimiento de la actividad), y en política pública y regulación sectorial (p.e. ciclo de corta normativo, licencias ambientales, pago por servicios ambientales).

A pesar de que la actividad, por sí sola, se podría considerar rentable bajo el esquema actual, (los VB fueron positivos en las tres clases); al agregar o quitar factores, la situación se empieza a tornar alentadora, pero, por otro lado, desfavorable. Ese nivel de vulnerabilidad e incertidumbre en la actividad es una de las características principales que se derivan de este ejercicio. Los cambios en el modelo microeconómico hicieron que la renta variara en proporciones que inclusive superaron en un 100 % el caso base, o, por el contrario, lo llevaron a valores negativos. Esos patrones de cambio fueron más marcados en bosques menores a 50 ha en comparación con las otras unidades de manejo (50-100 ha; > 100 ha), donde se potenció tanto la mejora como el encarecimiento de la actividad.

El primer aspecto considerado fue la inclusión de un PSA durante todo el ciclo de corta, que logró amplificar la rentabilidad haciéndola llegar casi al precio del bosque en el mercado; constituyéndose como el factor que permite el escenario más favorable para el productor. En términos prácticos, este reconocimiento económico llega a convertirse en el elemento que balancea la inversión inicial, y que compensa parcialmente el costo de oportunidad ligado a la burocracia del trámite (Louman *et al.* 2005). Esto, a pesar de que los productores manifiestan un descontento del programa de PSA, ya que al término del contrato (cada 5 años), se desconoce si será elegible dentro de los esquemas de puntuación de FONAFIFO para renovarlo.

Por otra parte, aprovechar todo el volumen aprobado por la AFE significaría mayor disponibilidad de madera para comercializar, aumentando los ingresos brutos y con ello la

rentabilidad; sin embargo, hay que tener claro que este segundo factor, no va a ser posible si no existe inversión, eficiencia operativa en el aprovechamiento y un mercado estable que absorba todo el volumen. Esta eficiencia también debe darse en las etapas previas a la ejecución, que implica eliminar los costos de formalización del permiso. A pesar de que su exclusión, en términos cuantitativos, no fue tan significativa como se esperaba, al estar presente reduce la competitividad del manejo forestal frente a otros usos de la tierra.

Un cuarto factor identificado que merece prestarle atención es la viabilidad ambiental, cuya afectación financiera y burocrática incide principalmente en los dueños de bosques pequeños. La presencia de SETENA dentro del esquema constituye un cuello de botella, que ralentiza el proceso y limita el tiempo de reacción de las partes involucradas, empezando por el SINAC. A medida que se dilatan los tiempos de espera, se incrementan los costos de oportunidad burocrática, que al final terminan siendo asumidos por los productores. Lo anterior pareciera simple de entender, pero parte de las limitantes para una discusión amplia y objetiva es la carencia de datos certeros y actualizados; sumado a que habitualmente dentro de los análisis económicos-financieros no se contabilizan estos costos; y se asumen como un proceso normal en la actividad.

En tanto, la capacidad de pago del productor y por ende su voluntad de aceptación de la inversión persiste como uno de los factores más críticos en la renta; tal y como la señalaban otros autores (Pitacuar 2010; Rodríguez 2010; Sánchez 2010; Meza 2008; Navarro y Bermúdez 2006). Cuando la liquidez es baja o hay poca capacidad de pago, la actividad por defecto se vuelve más riesgosa y menos rentable; emplear TMA altas tal como 11,93 %, conlleva al escenario más pesimista de todos los analizados. Según las entrevistas aplicadas, este perfil de inversionista (con niveles adquisitivos bajos) se presenta en menos del 10 % de los productores, que, a pesar de ser un número reducido, no minimiza la urgencia de contar con medidas para atender estos casos, y repensar en mecanismos financieros que se ajusten a esas necesidades del usuario, o bien, modelos diferenciados en razón al tamaño del recurso forestal (Palacios y Quiroz 2011).

El enfoque que se planteó va más allá del señalamiento de falencias y aspectos negativos del manejo forestal, y debe tomarse como una ruta crítica para avanzar en el mejoramiento de la actividad. Si se contemplan todos los factores que aumentan el VB dentro del modelo de aprovechamiento, se logra obtener un escenario atractivo para el propietario de bosques, que, aunque no logra pagar el precio de la tierra en el mercado, consigue un rendimiento económico

mucho mayor al que hoy obtienen los usuarios del bosque, que permite por poco igualar su voluntad de pago de la inversión. Asegurar una cosecha de la totalidad del volumen aprobado, pagar PSA en todo el ciclo productivo, y evitar costos por formalización del permiso, son aspectos que no requieren de mayores cambios técnicos, instrumentales ni institucionales (en comparación con otras acciones), y que se pueden materializar en el corto o mediano plazo.

D. Costo de oportunidad del aprovechamiento maderable en bosque natural con respecto a las actividades alternativas de uso del suelo, en el ACAHN

El aprovechamiento maderable como actividad productiva del suelo forestal, se ubica en dos zonas con niveles marcados de costo de oportunidad: 1) área de altos costos y 2) área de bajos costos, con respecto a sus actividades alternas y colindantes. Esto responde no solo a factores de contexto y modelo de gobernanza forestal, sino que, además, está influenciado por sectores con un dinamismo mayor y agresivo; como la agricultura, la ganadería vacuna y hasta las mismas plantaciones forestales.

En los últimos años, el sector ganadero y agrícola de la Zona Norte se ha optimizado de forma constante, tanto en su área como en su productividad. Estos altos rendimientos, principalmente en cultivos como la piña, la caña de azúcar, la palma aceitera, el arroz y el frijol, promueven una fuerte competencia por el uso del suelo y han reemplazado a muchos productos tradicionales en la región (OCDE y FUNDEVI 2017; Sierra *et al.* 2016; Morales y Rodríguez 2010); situación que evidentemente ha afectado a otros usos distintos al agrícola, entre ellos los bosques maduros.

A pesar de que la deforestación neta en esa región está disminuyendo, más de 150 % del área de bosque de 1987 fue transformado a cultivos y pastos al año 2013 (Sierra *et al.* 2016). Estos datos son claros y revelan que las prohibiciones de cambio de uso de la tierra establecidas a mitad de los años noventa, con la Ley Forestal N° 7575, no han sido cumplidas en la práctica y más bien, se han desarrollado estrategias para continuar expandiendo sus áreas de cultivo y ganadería, en respuesta a los incentivos que reciben en estos mercados.

Esa dominancia de actividades agrícolas y ganaderas dentro de la matriz productiva, se desarrolla aun siendo el bosque maduro, la cobertura con mayor extensión en los cuatro distritos analizados. Este posicionamiento agropecuario obedece a las altas rentabilidades de cultivos no tradicionales y a grandes extensiones de pastos, aunque estos últimos reportan bajos

rendimientos económicos y una proyección a la baja en los precios de los productos ganaderos (Murillo *et al.* 2016). También, se suma la disponibilidad de mano de obra migrante y la existencia de un mercado urbano que demanda los productos de la zona, en especial de carne (OCDE y FUNDEVI 2017; Sierra *et al.* 2016).

Mientras eso sucede, el consumo aparente de madera de bosque natural en los últimos cinco años se ha comportado de manera fluctuante y representa un porcentaje muy reducido de la totalidad de madera local que se consume en el país (Barrantes y Ugalde 2017); que, a su vez, es poco demandada por el aumento de productos sustitutos, importación de madera, costo y calidad del producto, y falta de información de la oferta (Chavarría-Navarro y Molina-Murillo 2018; Barrantes y Ugalde 2017; Ibarra 2007).

Pero por el otro lado, fomentar el aprovechamiento maderable en bosque como mecanismo de conservación de biodiversidad, para abastecer el uso de productos forestales y como aporte para migrar a una economía baja en emisiones de carbono; a sabiendas de las deficiencias que acarrea, significaría trasladarle automáticamente al productor un costo de oportunidad alto, en aquellos bosques cercanos a mercados agropecuarios donde existen buenas condiciones de infraestructura y accesos (parte sur de Cutris y Pital y en todo el distrito de Florencia). En estos sitios, los productores forestales tendrían pocas posibilidades de competir con los altos rendimientos económicos de las actividades vecinas.

Mientras tanto, los sitios de aprovechamiento maderable activo gozan de bajos costos de oportunidad; ya que un 87 % de las UMF se ubican en el norte de Pital, Cutris y en Cureña (zona de bajos costos de oportunidad) (figura 17). Estas áreas se posicionan como zonas donde es viable y prioritario enfocar esfuerzos, por las menores presiones económicas que recaen sobre los bosques. En estas zonas, la actividad podría ser más competitiva, con respecto a los usos alternativos, y los usuarios del bosque estarían renunciando a expectativas económicas más bajas al dedicarse al aprovechamiento; especialmente por la presencia de la ganadería (Navarro y Bermúdez 2006).

Una de las ventajas que brindó la distribución de los costos de oportunidad a escala de paisaje, fue la posibilidad de priorizar dónde es factible, o no, el manejo forestal. Esta cartografía permite seleccionar sitios en una planificación territorial, apoyar el diseño de nuevos modelos de manejo de recursos naturales, indicar el desempeño económico de los diferentes usos del suelo y

combinar con otros mapas que muestran los beneficios en biodiversidad (Bryan *et al.* 2011; Adams *et al.* 2010; Naidoo y Adamowicz 2006). Además, funciona como una herramienta para estimar las compensaciones entre las consideraciones económicas y ambientales del manejo forestal (Nakajima *et al.* 2017).

Desde ese punto de vista, los rangos de costos de oportunidad (en $\text{C} \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) que brinda el mapa a lo largo de los cuatro distritos, pueden asumirse como parámetros de reconocimiento económico para el propietario que decide incursionar o mantenerse en una actividad legal, que procura conservar el bosque y la calidad de sus servicios ambientales. Sin embargo, tal y como lo aborda Vega-Araya (2014), un PSA basado en el costo de oportunidad de la tierra debe valorar la sostenibilidad y la gobernanza de un nuevo modelo; en cuanto a requerimientos institucionales, costos administrativos y de monitoreo, e impacto sobre la cobertura de FONAFIFO. Adicional a esas limitaciones de compensación, también es importante determinar quién paga y a quiénes se paga por la conservación de ese ecosistema vulnerable (Adams *et al.* 2010); teniendo en cuenta que el costo de oportunidad del MFS no responde a la cantidad y calidad de los bienes y servicios ambientales que presta un sitio, sino a los beneficios económicos de otros usos, a los cuales se estaría renunciando por aplicar aprovechamiento maderable en el bosque natural.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que:

- El abordaje económico estuvo dirigido en tres dimensiones: las condiciones biofísicas de la masa forestal cosechada; el peso que tiene la institucionalidad y la gobernanza forestal; y las presiones externas que recibe la actividad, por usos alternativos más rentables. Estos aspectos, a grandes rasgos, están determinando el desarrollo del manejo de bosque natural, su rentabilidad y la aceptación por parte de los dueños.
- La tipificación de la actividad, basada en el comportamiento de los costos por área efectiva, permitió conocer debilidades y fortalezas puntuales que tienen los propietarios según su condición de pequeño, mediano o grande productor. Esto trae a discusión la necesidad de valorar y replantear cuál es el tipo de manejo de bosque natural que se requiere en la actualidad; entendiendo que existe una demanda cada vez mayor por modelos flexibles y adaptables de conservación y aprovechamiento de la biodiversidad.
- La estructura de costos tiene un comportamiento inverso al área efectiva de manejo, es decir, conforme aumenta el área, menores son los costos. En la clase 1 (0 – 50 ha), el costo total fue de $\text{C}\$171\,783,7\text{ ha}^{-1}$, en la clase 2 (50 – 100 ha) de $\text{C}\$164\,320,9\text{ ha}^{-1}$ y en la clase 3 (> 100 ha) de $\text{C}\$124\,276,8\text{ ha}^{-1}$.
- El tiempo que dura la AFE en aprobar un PM es de 7 meses en promedio; no obstante, para aquellas UMF que requieren viabilidad ambiental, la resolución se puede extender hasta 16,5 meses. La presencia de esta licencia implica una inversión de un 5 % a un 15 % de los costos totales, y desencadena un aumento en los costos de seguimiento del permiso y los costos de oportunidad burocrática. Provocando que el ciclo de corta del manejo forestal, en vez de ser de 15 años como mínimo, aumente hasta 16 o 17 años. Así mismo, los rubros que mayor peso tienen dentro de la estructura de costos son la planificación, que abarca aproximadamente el 55 % de los costos; y la formalización del permiso, más del 30 % del costo total.
- La distribución de los costos refleja que el MFS está respondiendo únicamente al interés público por los bienes y servicios ambientales, dejando de lado el interés privado del propietario de obtener bienestar económico a partir de sus recursos forestales. Lo anterior provoca que el criterio de eficiencia económica sea marginado; y limita a que

éste se ubique al mismo nivel que las dimensiones ambientales y sociales vinculadas al bosque.

- El manejo forestal en bosque se mueve en un contexto burocrático y de expectativas económicas bajas (VB_{\max} Clase 1 = ₡188 696,89 ha⁻¹; VB_{\max} Clase 2 = ₡349 533,02 ha⁻¹; VB_{\max} Clase 3 = ₡495 767,72 ha⁻¹); esto promueve bajo interés y un acceso más limitado del recurso maderable por parte de los productores.
- El VB bajo ningún escenario logró igualar, ni mucho menos superar, el precio del bosque en el mercado; esto desde el punto de vista de la teoría de inversiones no es aceptable, por lo que se rechaza la actividad. No obstante, en el caso base entre el año 12 al 18 del ciclo productivo, los valores resultan positivos y no generan pérdidas económicas al productor; esta condición es clave y se debe tomar en cuenta para futuras modificaciones del modelo de manejo forestal.
- Existe un escenario donde el aprovechamiento maderable es económicamente atractivo para el productor, competitivo frente a otros usos de la tierra, que no requieren grandes cambios en la normativa ni institucionalidad y que puede ser aplicado en el mediano a corto plazo. Esto se lograría con la inclusión de un PSA durante todo el ciclo productivo, con un rendimiento máximo en la cosecha del volumen aprobado por la AFE, suprimiendo los costos por viabilidad ambiental, y eliminando trámites que conlleven costos de formalización del permiso. No obstante, lo que sucede en la realidad es lo contrario, donde los dueños de bosques que deciden aprovechar la madera de forma legal deben pagar costos por regulaciones y trámites que abarcan más del 30 % de la estructura de costos, invertir más del 50 % de los costos totales en el plan de manejo, limitar sus ingresos brutos por que únicamente se logra aprovechar el 55 % de la madera disponible y autorizada, aceptar precios de la madera que en los últimos 10 años no han variado, lidiar con un mercado que no acepta todo el volumen de las especies más abundantes, cargar con la incertidumbre de que al término del aprovechamiento el bosque no cumpla con los parámetros para recibir PSA por primera vez o renovar el contrato; entre otras barreras.
- El aprovechamiento en bosque se desarrolla en sitios rodeados principalmente por tres usos del suelo: la agricultura, quien ejerce los mayores costos de oportunidad; las plantaciones forestales, uso con rentabilidades intermedias; y los pastos, donde se

desarrolla la ganadería, y con la cual el manejo de bosques puede competir o aliarse; tanto por sus grandes extensiones como por sus bajos rendimientos económicos.

- La dinámica en la que se desarrolla la actividad hace que, con mayor frecuencia, el aprovechamiento de bosques se restrinja a lugares alejados del mercado y a áreas efectivas mayores a 50 ha, en condiciones de difícil acceso y rodeado de usos alternativos que generan bajo costo de oportunidad; específicamente en la zona centro-norte de Cutris, Pital y Cureña. Esto provoca un desplazamiento constante del pequeño productor, quien tiene severas dificultades para cumplir con los requerimientos legales, y que, de cumplirlos, termina por obtener una rentabilidad de menor margen, o incluso podrían acarrear pérdidas.
- Con la distribución de los costos de oportunidad en el paisaje, mediante SIG, es posible visualizar una zona de alto costo de oportunidad, situada al sur de la región; y una de bajo costo de oportunidad, al centro y norte de los cuatro distritos. Esto a nivel sectorial, facilita la selección de regiones prioritarias que, desde el punto de vista de factibilidad económica, son viables para el desarrollo del manejo de bosque natural; y otros sitios, donde se hace necesario y estratégico un pago por servicios ambientales basado en el costo de oportunidad de las actividades vecinas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Ampliar el análisis a las Áreas de Conservación Tortuguero (ACTo) y Cordillera Volcánica Central (ACCVC). Con el objetivo de ver similitudes o variaciones de la misma actividad, en áreas geográficas distintas; y de esta manera, obtener más insumos para la toma de decisiones en el sector.
- Apoyar estos resultados con otros estudios de caso, que tengan mejor documentado sus estados contables y financieros; ya que se encontraron deficiencias en el legajo de información de la población utilizada.
- Establecer un sistema de monitoreo y modelado del volumen comercial que efectivamente se cosecha de una unidad de manejo forestal.
- Analizar la eficiencia económica, desde la perspectiva de los productores que venden la madera en patio de aserradero, o bien, de aquellos que han logrado integrar todas las etapas del manejo de bosque hasta llegar a industria.
- Actualizar el análisis de rentabilidad de productos agrícolas y la actividad ganadera. Con esto se mejoraría la herramienta del mapa de costo de oportunidad, ya que la literatura disponible está desactualizada, y se enfoca únicamente en determinar modelos de costos de producción; sin entrar en análisis de inversiones a través de indicadores económicos (datos requeridos por la metodología).
- Involucrar a más actores relacionados con la actividad, para que con sus aportes se comprenda mejor la complejidad del tema.
- Incluir en este tipo de análisis las nuevas corrientes en economía (economía basada en agentes, economía de conducta, teoría de la complejidad, economía ecológica, experiencia económica, economía evolutiva, economía institucional, economía post-keynesiana, teoría de elección pública y teoría de elección social), de manera que la evaluación no se centre únicamente en ingresos y egresos de un bien en producción; sino que se convierta en un recurso mucho más completo para tomar decisiones.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Abdul Rahim, AS; Mohd Shahwahid, HO; Mad Nasir, S; Awang Noor; AG. 2012. Market and welfare economic impacts of sustainable forest management practices: an empirical analysis of timber market in Sabah, Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science* 24 (4): 440-454.
- Adams, VM; Pressey, RL; Naidoo, R. 2010. Opportunity costs: Who really pays for conservation? *Biological conservation* 143: 439-448.
- Agresta Sociedad Corporativa, España; DIMAP (Digital Image Processing); UCR (Universidad de Costa Rica); Universidad Politécnica de Madrid. 2015. Generating a consistent historical time series of activity data from land use change for the development of Costa Rica's redd plus reference level. s.n.t. 18 p.
- Arias, G; Zamora, N. 2005. Análisis del sistema actual de aprobación de permisos forestales del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) (en línea). San José, Costa Rica. s.e. 29 p. SINAC-FAO - TCP/COS/3003. Consultado 12 abr. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/12922-015a1f5c61e76866ecfa3dfb9b3bd6dd9.pdf>
- Arroyo-Mora, JP; Svob, S; Kalacska, M; Chazdon, RL. 2014. Historical pattern of natural forest management in Costa Rica: The good, the bad and the ugly. *Forest* 5: 1777-1797.
- Azofeifa Alvarado, D; Azofeifa Alvarado, D; Solís Carballo, E. 2015. Modelo para el pronóstico financiero de siembra y comercialización de tubérculos: Caso Ñame. Tesis MBA. Cartago, Costa Rica. TEC. 50 p.
- Azqueta, D; Alviar, M; Domínguez, L; O´Ryan, R. 2007. Introducción a la economía ambiental. 2 ed. Madrid, España, McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U. 530 p.
- Barrantes, A; Ugalde, S. 2014. Barrantes y Ugalde. 2014. Precios de la madera en Costa Rica para el primer semestre del 2014 y tendencias de las principales especies comercializadas. s.n.l. 10 p.
- Barrantes, A; Ugalde, S. 2017. Usos y aportes de la Madera en Costa Rica: Estadísticas 2016. San José, Costa Rica. Oficina Nacional Forestal (ONF). Servicios Gráficos AC S.A. 40 p.

- Brown, D; Schreckenber, K; Bird, N; Cerutti, P; Del Gato, F; Diaw, C; Fomété, T; Luttrell, C; Navarro, G; Oberndorf, R; Thiel, H; Wells, A. 2010. *Madera Legal: Verificación y gobernanza en el sector forestal*. Mora, E (trad.). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 358 p.
- Bryan, BA; King, D; Ward, JR. 2011. Modelling and mapping agricultural opportunity costs to guide landscape planning for natural resource management. *Ecological indicators* 11: 199-208.
- Bull, GQ; Pulkki, R; Killmann, W; Schwab, O. 2001. Una investigación de los costos y beneficios de la extracción de impacto reducido. *Actualidad Forestal Tropical* 9(2): 12-13.
- Calvo, G; Somarriba, E. 1998. *Sombras leguminosas para cacaotales: costos y beneficios financieros*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p. (Serie Técnica, Informe Técnico No. 301).
- Camacho Calvo, AM. 2014. Superficie de bosque susceptible de manejo forestal en Costa Rica y estimulación de su potencial productivo. s.n.t. 29 p. Documento de la Consultoría “Fomento del manejo sostenible de bosques naturales (MFS) para la mejora y conservación de las reservas de carbono (FONAFIFO – REDD+)”.
- Camacho Calvo, AM. 2015. Diagnóstico corto sobre las barreras que desalientan el manejo de bosques naturales en Costa Rica y propuesta de solución. s.n.t. 55 p. Documento de la Consultoría “Fomento del manejo sostenible de bosques naturales (MFS) para la mejora y conservación de las reservas de carbono (FONAFIFO – REDD+)”.
- Campos Arce, JJ; Camacho Calvo, M; Villalobos Soto, R; Rodríguez, CM; Gómez Flores, M. 2007. *La tala ilegal en Costa Rica: un análisis para la discusión*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 70 p. (Serie técnica, Informe técnico/CATIE; no. 353).
- Campos, J; Villalobos, R. 2008. Manejo forestal a escala de paisaje: un enfoque para satisfacer múltiples demandas de la sociedad hacia el sector forestal. *Ciencia e Investigación Forestal* 14 (1): 181-199.
- Cano Cardona, W; van de Rij, A; de Jong, W; Pachecho, P. 2015. *Aprovechamiento y mercados de la madera en el norte amazónico de Bolivia*. Bogor, Indonesia, CIFOR. 78 p. (Documento de trabajo 197).

- Case, KE; Fair, RC. 1997. Principios de microeconomía. 4 ed. González Ruíz, AC (trad.). Estado de México, México, Pearson Education. 620 p.
- Castro Tato, M; Portuondo Pichardo, F. 2009. Acerca de las economías de escala, el tamaño y la localización de inversiones. *Ingeniería Industrial* 30(1): 1-4.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. Detlefsen, G; Somarriba, E (eds.). Turrialba, Costa Rica. 244 p. (Serie técnica, Manual técnico / CATIE; n° 109).
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2001 a. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M (eds.). Turrialba, Costa Rica. 256 p. (Serie técnica, Manual técnico / CATIE; n° 46).
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2001 b. Aprovechamiento con tratamiento silvicultural de impacto reducido en un bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Venegas, G; Louman, B (eds.). Turrialba, Costa Rica. 55 p. (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; n° 325).
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 1992. Proyecto: Principales aspectos de la deforestación actual en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. 24 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2006. Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales. Orozco, L; Brumér, C; Quirós, D (eds.). Turrialba, Costa Rica. 442 p. (Serie Técnica, Manual Técnico / CATIE; n° 63).
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2004. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Orozco, L (ed.). Turrialba, Costa Rica. 315 p. (Serie técnica, Manual técnico / CATIE ; n°. 56)

- CGR (Contraloría General de la República, Costa Rica). 2011. Informe acerca de los efectos del Programa Pago por Servicios Ambientales (PSA) implementado por el Estado Costarricense. San José, Costa Rica. 83 p. (Informe Nro. DFOE-AE-08-2011).
- Chavarría-Navarro, S; Molina-Murillo, S. 2018. ¿Por qué no incrementa el consumo de madera local?: El caso de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú* 15 (37): 02-14.
- Contreras-Hermosilla, A. 2011. People, governance and forests: The stumbling blocks in forest governance reform in Latin America. *Forest* 2: 168-199.
- Costanza, R; Cumberland, J; Daly, H. 1999. Introducción a la economía ecológica. Ciudad México, México, Compañía Editorial Continental. 303 p.
- Cristeche, E; Penna, JA. 2008. Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Buenos Aires, Argentina, INTA. 58 p. Proyecto Específico 1732: Evaluación del Impacto Económico de los Servicios Ambientales en los Sistemas de Producción y las Externalidades Asociadas: los casos de las Ecorregiones Pampeana y Chaqueña. Documento de Trabajo No. 03: Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales.
- Davies, J. 1997. Guía para el análisis financiero de manejo forestal. Ciudad Quesada, Costa Rica. 143 p. (Colección Técnica Manejo de Bosque Natural – N° 6).
- De Camino Velozo, R; Villalobos, R; Morales Aymerich, JP. 2015. Costa Rica Case Study: Prepared for FAO as part of the State of the World's Forest 2016 (SOFO). s.n.l. 50 p.
- Decreto Ejecutivo N° 25721-MINAE, 1997. Reglamento a la Ley Forestal. Diario Oficial La Gaceta (16). 23 ene.
- Decreto Ejecutivo N° 27388-MINAE, 1998. Principios, Criterios e Indicadores para el Manejo Forestal y la Certificación en Costa Rica. Diario Oficial La Gaceta (212). 02 nov.
- Decreto Ejecutivo N° 30763-MINAE, 2002. Principios, Criterios e Indicadores para el Manejo de Bosques Naturales y su Certificación en Costa Rica. Diario Oficial La Gaceta (194). 09 oct.
- Decreto Ejecutivo N° 34559-MINAE, 2008. Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Prácticas y Manual de Procedimientos. Diario Oficial La Gaceta (115). 16 jun.

- Decreto Ejecutivo N° 36062-MINAET, 2010. Reforma Reglamento a la Ley Forestal. Diario Oficial La Gaceta (137). 15 jul.
- Decreto N° 34559-MINAE, 2008. Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Prácticas y Manual de Procedimientos. La Gaceta (115). 16 jun.
- Decreto N° 38323-MINAE, 2014. Pago por Servicios Ambientales para el año 2014. Diario Oficial La Gaceta (72). 14 abr.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc., Estados Unidos). 2016a. ¿Qué son los datos ráster? (en línea, sitio web). California, Estados Unidos. Consultado 02 ago. 2017. Disponible en <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- ESRI (Environmental Systems Research Institute, Inc., Estados Unidos). 2016b. Cómo funciona Estadísticas focalizadas (en línea, sitio web). California, Estados Unidos. Consultado 03 ago. 2017. Disponible en <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-focal-statistics-works.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2018. El Estado de los Bosques del Mundo: Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible. Roma, Italia. 153 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2016a. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015: ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo? 2 ed. Roma, Italia. 46 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2016b. Casos ejemplares de Manejo Forestal Sostenible en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay. Santiago, Chile. 246 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2004. Estado y tendencias de la ordenación forestal en 17 países de América Latina. Roma, Italia. Consultado 18 feb. 2018. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/j2628s/J2628S00.htm#TopOfPage>

- Finegan, B; Sabogal, C; Reiche, C; Hutchinson, I. 1993. Los bosques húmedos tropicales de América Central: su manejo sostenible es posible y rentable. *Revista Forestal Centroamericana* (6): 17-27.
- Fisher, B; Edwards, D; Wilcove, D. 2014. Logging and conservation: Economic impacts of the stocking rates and prices of commercial timber species. *Forest Policy and Economics* 38: 65-71.
- Galloway, G. 2002. Las redes operativas y su papel en la política forestal; experiencias prometedoras en Honduras y Nicaragua. *Revista Forestal Centroamericana* 37: 26-32.
- González Díaz, B. s.f. El costo de oportunidad como herramienta empresarial. s.n.t. 28 p.
- Granholm, H; Vähänen, T; Sahlberg, S. 1996. Intergovernmental Seminar on Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. Background document. Helsinki, Finland, Ministry of Agriculture and Forestry. 131 p. In CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2004. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Ed. L Orozco. Turrialba, CR. 329 p. (Serie técnica Manual técnico no. 56).
- Guariguata, M. 2009. El manejo forestal en el contexto de la adaptación al cambio climático. *Revista de Estudios Sociales* (32): 98-113.
- Hartley Ballesteros, M. 2008. Economía ambiental y economía ecológica: un balance crítico de su relación. *Economía y sociedad* (33 y 34): 55-65.
- Holdridge, LR. 1977. Ecología basada en zonas de vida. Jiménez Saa, H (trad.). San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Ibarra Gené, E. 2007. The profitability of forest protection versus logging and the role of payments for environmental services (PES) in the Reserva Forestal Golfo Dulce, Costa Rica. *Forest Policy and Economics* 10: 7-13.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Costa Rica). 1986. Aprovechamiento forestal: análisis de apeo y transporte. Anaya, H; Christiansen, P (eds.). San José, Costa Rica. 235 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos/IICA; N° 76).

- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo, Costa Rica). 2014. VI Censo Nacional Agropecuario 2014: Información de cultivos anuales, permanentes, forestales, pastos y actividades pecuarias de los distritos Pital, Cutris y Florencia de San Carlos, y Cureña de Sarapiquí. San José, Costa Rica. Consultado 02 may. 2017.
- Jiménez Boulanger, FJ; Espinoza Gutiérrez, CL; Fonseca Retana, L. 2007. Ingeniería económica: Herramientas para la evaluación de proyectos de inversión. Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 354 p.
- Kant, S. 2003. Extending the boundaries of forest economics. *Forest Policy and Economics* (5): 39-56.
- Kant, S. 2013. Post-Faustmann Forest Resources Economics: Chapter 1. In *Post-Faustmann Forest Resources Economics*. Kant, S (ed.). Londres, Inglaterra, Springer Science & Business Media. 293 p.
- Klemperer, WD. 1996. *Forest Resource Economics and finance*. Estados Unidos, Mc Graw-Hill Colege. 551 p. (McGraw Hill Series in Forest Resources).
- Kniivilä, M; Saastamoinen, O. 2002. The opportunity costs of forest conservation in a local economy. *Silva Fennica* 36(4): 853–865.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Carrillo, A (trad.). Rossdorf, Alemania. GTZ. 335 p.
- Leguia Aliaga, JD. 2013. *Estimación de los Costos de Oportunidad: reporte metodológico Ecuador*. Quito, Ecuador, s.e. (Elaborado para Programa Nacional Conjunto ONUREDD – Ecuador (PNC ONUREDD) y Ministerio de Ambiente del Ecuador (MAE))
- Lemus de Jesús, G. 2008. *Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica*. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 126 p.
- Ley N° 7575, Ley Forestal. 1996. *Diario Oficial La Gaceta* (72). 16 abr.
- López Fernández, FS. 1994. *Determinación de la rentabilidad financiera y comparativa del manejo de bosque natural con respecto a la actividad ganadera, Cordillera Volcánica Central, Costa Rica*. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 131 p.

- Louman, B; de Camino, R. 2004. Planificación del manejo diversificado. In Orozco Vílchez, L (ed.). Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 315 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 56).
- Louman, B; Garay, M; Yalle, S; Campo, JJ; Locatelli, B; Villalobos, R; López, G; Carrera, F. 2005. Efectos del pago por servicios ambientales y la certificación forestal en el desempeño ambiental y socioeconómico del manejo de bosques naturales en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 34 p. (Serie técnica, informe técnico / CATIE N° 338).
- Maginnis, S; Méndez, J; Davies, J. 1998. Manual para el manejo de bloques pequeños de bosque húmedo tropical: con especial referencia a la Zona Norte de Costa Rica. San José, Costa Rica, Editorial Lara Segura y Asoc. 208 p.
- Malky, A; Leguia, D; Ledezma, JC. 2012. Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noreste amazónico de Bolivia. Behoteguy, M (ed.). La Paz, Bolivia, Conservation Strategy Fund-CSF. 66 p. (Serie Técnica No. 22).
- Martínez Alier, J; Roca Jusmet, J. 2013. Economía ecológica y política ambiental. 3 ed. Distrito Federal, México, Fondo de Cultura Económica. 639 p.
- McGinley, K; Alvarado, R; Cubbage, F; Díaz, D; Donoso, PJ; Goncalves Jacovine, LA; de Silva, FL; MacIntyre, C; Monges Salazar, E. 2012. Regulating the Sustainability of Forest Management in the Americas: Cross-Country Comparisons of Forest Legislation. *Forests* 3: 467-505.
- McGinley, K; Cubbage, K. 2011. Governmental regulation and nongovernmental certification of forests in the tropics: Policy, execution, uptake, and overlap in Costa Rica, Guatemala, and Nicaragua. *Forest Policy and Economics* 13: 206-220.
- Méndez Gamboa, JA. 1996. Determinación de la rentabilidad financiera del manejo de bosque natural en la Zona Norte de Costa Rica, en fincas propiedad de asociados de CODEFORSA. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 219 p.
- Méndez, JA. 2008. El manejo silvicultural policíclico en bosques húmedos de bajura en la Región Norte de Costa Rica. San Carlos, Costa Rica. CODEFORSA. 21 p.
- Meza Picado, V. 2008. Evaluación de la eficiencia económica y la integridad ecológica para dos tipos de bosques húmedos intervenidos bajo manejo forestal con diferentes intensidades

- de cosecha en la Región Norte y Atlántica de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 111 p.
- Meza, V; Navarro, G; Pokorny, B. 2010. Percepción y decisión económica de productores locales: el rol del pago por servicios ambientales para dos tipos de bosque en la región Huetar Norte, Costa Rica. *Ambientales* (40): 44-54.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica). 2002. El éxito forestal de Costa Rica: en cinco casos. San José, Costa Rica. 60 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica). 2018. Estado del Ambiente Costa Rica 2017: Capítulo III Actividades y eventos que generan presión e impacto en el ambiente costarricense. s.n.l. 184 p.
- MINAE (Ministerio de Ambiente y Energía, Costa Rica); SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica). 2015. Cartografía base para el Inventario Nacional de Costa Rica 2013-2014. San José, Costa Rica. v.1, 52 p.
- Morales Hidalgo, D; Rodríguez Quirós, R. 2010. Alternativas rentables productivas por región. Nicoya, Costa Rica, MAG-CEMEDE. 120 p. (Consultoría Sp-16-2009: Estudio de viabilidad técnica y económica para el desarrollo de opciones de cosecha de lluvia y manejo adecuado en sistemas de riego en la producción agropecuaria.)
- Murillo Torres, L; Rodríguez Salas, Y; Rojas Madrigal, B; Castillo Ramírez, Y. 2016. Proyección de la rentabilidad dentro de las Fincas del Proyecto Piloto Nacional de Ganadería 2015-2025. s.l. Corporación Ganadera. 69 p.
- Naidoo, R; Adamowicz, W. 2006. Modelling opportunity cost of conservation in transitional landscapes. *Conservation Biology* 20 (2): 490-500.
- Nakajima, T; Kanomata, H; Shiraishi, N; Matsumoto, M. 2017. Development and analysis of an opportunity cost simulation accounting for the spatial distributions of local forest management. *Ann. For. Res.* 60 (1): 145-159.
- Navarro Monge, GA; Santamaría Gutiérrez, OJ; Vargas Bolívar, LC; Milla Quesada, V. 2014. Análisis del comercio internacional de productos de madera y su gobernanza administrativa: Región de América Central y la República Dominicana 2000-2011. San José, Costa Rica, UICN. 120 p.

- Navarro, G. 2004a. Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* (43): 36-48.
- Navarro, G. 2004b. Uso de los resultados de la hoja electrónica TUNEL para el cálculo de ciclo de corta económicamente óptimo en un bosque natural. In CATIE (Centro Agrónomico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). *Planificación del Manejo Diversificado de Bosques Latifoliados Húmedos Tropicales*. Orozco Vílchez, L (ed.). Turrialba, Costa Rica. 315 p. / (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 56).
- Navarro, G. 2007. Distorsiones de la teoría de la economía clásica en relación al cálculo del valor del activo forestal y la escogencia de rotaciones óptimas. *Tierra Tropical* 3(2): 177-187.
- Navarro, G; Bermúdez, G. 2006. Análisis económico del impacto de las restricciones técnicas y legales sobre la rentabilidad del manejo bosques naturales y su competitividad respecto a otros usos de la tierra en Costa Rica (en línea). San José, Costa Rica. s.e. 57 p. (SINAC-FAO- TCP/COS/3003. Informe N°2). Consultado 28 set. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/12924-05025d5e690b91036419c00100747b1cb.pdf>
- Neves d'Oliveira, MV; Oliveira, LC; Aravena Acuña, MH; Muñoz Braz, E. 2017. Twenty years monitoring growth dynamics of a logged tropical forest in Western Amazon. *Pesquisa Florestal Brasileira* 37 (92): 493-502.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, Francia); FUNDEVI (Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación). 2017. *Interacciones entre Políticas Públicas, Migración y Desarrollo en Costa Rica*. París, Francia, Éditions OCDE. 134 p. (Caminos de desarrollo).
- OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Japón); UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2009. *Directrices OIMT/UICN para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad en los bosques tropicales productores de madera*. Yokohama, Japón. 124 p. (Serie de políticas forestales OIMT N° 17).

- OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Japón). 1998. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales. Yokohama, OIMT. 23 p. (Serie OIMT de políticas forestales N° 7).
- ONF (Oficina Nacional Forestal, Costa Rica). 2017. Escenarios de productividad para Melina y Teca. Ugalde, S (ed.). Belén, Heredia. Sin publicar.
- Ortega-Aguaza, B. 2012. Análisis Costo – Beneficio. *eXtoikos* (5): 147-149.
- Ortega-Escalona, F. 2011. Diversidad arbórea maderable: quimera inalcanzable. *Ciencias* (101): 4-10.
- Ortiz, E; Carrera, F. 2002. Diseños del muestreo para inventarios forestales. In Orozco, L; Brumér, C (eds.). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 278 p.
- Ortiz–Malavassi, E; Mendez, A.; Gomez, A.; Villavicencio, D.; Solano, M.; Ortega, N. 2013. *TiposdeBosque2012_INFv5*. San José, Costa Rica. Esc. varía. Color. (Preparado para comité director del inventario Forestal Nacional y la Cooperación Técnica y Financiera del Programa REDD–CCAD–GIZ).
- Pacheco, P. 2013. Condiciones que determinan la participación de los pequeños productores y las comunidades en los mercados de la madera en la América Latina Tropical. In Larson, AM; Dahal, GR (eds.). *Reformas en la tenencia forestal*. Bogor, Indonesia, CIFOR. 226 p.
- Pacheco, P; Mejía, E; Cano, W; de Jong, W. 2016. Smallholder forestry in the Western Amazon: Outcomes from forest reforms and emerging policy perspectives. *Forest* 7(9): 193.
- Pagiola, S; Bosquet, B. 2010. Estimando los costos de REDD a nivel de país. Maravi, E (trad.). s.l. Forest Carbon Partnership Facility. 23 p.
- Palacios, W; Quiroz, H. 2011. Sondeo sobre la percepción de la rentabilidad del aprovechamiento de madera por parte de pequeños productores en Ecuador. s.l. USAID. 28 p.
- Pedroni, L; Camino, R de. 2001. Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible. Turrialba, CR, CATIE. 37 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no 317).

- PEN (Programa Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, Costa Rica). 2016. Vigésimosegundo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. 22 ed. San José, Costa Rica, PEN-CONARE. 432 p.
- Pitacuar Meneses, ML. 2010. Análisis económico para entender la forma en que se asignan los bosques y otros usos de la tierra en el Corredor Biológico San Juan La Selva, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 124 p.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Costa Rica); UN-REDD Programme (Programa de las Naciones Unidas para Reducir las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de Bosques en Países en Desarrollo, Suiza); FONAFIFO (Fondo Nacional para el Financiamiento Forestal, Costa Rica); Registro Nacional de Costa Rica; CeNAT (Centro Nacional de Alta Tecnología, Costa Rica); Laboratorio PRIAS (Programa de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos e in situ, Costa Rica). 2017. Monitoreo de Cambio de Uso en Paisajes Productivos (MOCUPP) (en línea). San José, Costa Rica. 60 p. Consultado 03 jun. 2018. Disponible en <http://mocupp.org/sites/default/files/documento-mocupp-es.pdf>
- Putz, FE; Blate, GM; Redford, KH; Fimbel, R; Robinson, J. 2001. Tropical Forest Management and Conservation of Biodiversity: An overview. *Conservation Biology* 15 (1): 7-20.
- Quirós, D; Gómez, M. 1998. Manejo sustentable de un bosque primario intervenido en la zona Atlántica Norte de Costa Rica: Análisis financiero. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 36 p.
- Quirós, D; Gómez, M. 1999. Monitoreo de costos de aprovechamiento. *Revista Forestal Centroamericana* (25): 9-11.
- REDD/CCAD/GIZ (Programa Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal en Centroamérica y la República Dominicana); SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica). 2015. Inventario Nacional Forestal de Costa Rica 2014-2015: Resultados y Caracterización de los Recursos Forestales. Emanuelli, P; Milla, F; Duarte, E; Emanuelli, J; Jiménez, A; Chavarría, MI (eds.). San José, Costa Rica. 380 p
- Riera, P; Muñoz Gutiérrez, F. 1994. Rentabilidad privada y social de las explotaciones forestales. *Agricultura y Sociedad* (73): 121-135.

- Rodríguez Plazas, CA. 2010. Análisis económico de dos esquemas de comercialización de madera en pie, para plantaciones forestales y bosque natural en la Región Atlántico Norte de Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 153 p.
- Rose, D.W; Blinn, C.R; Brand, G.J. 1989. A guide to forestry investment analysis. Minnesota, Estados Unidos de América. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 23 p. Research Paper NC-284. Consultado 05 dic. 2016. Disponible en https://www.nrs.fs.fed.us/pubs/rp/rp_nc284.pdf
- Sabogal, C. 1998. Plan de manejo forestal y necesidades de información para el manejo operacional. In Simposio Internacional sobre Posibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical (1998, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia). BOLFOR, IUFRO, CIFOR. Memoria. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 12 p.
- Sánchez Meza, R. 2010. Estudio de la rentabilidad social del bosque tropical, políticas y estrategias para la sostenibilidad: Caso Corredor Biológico San Juan La Selva. Tesis MSc. Heredia, Costa Rica. CINPE-UNA. 96 p.
- Sánchez Segura, A. 1994. La rentabilidad económica y financiera de la gran empresa española: análisis de los factores determinantes. *Revista Española de Financiación y Contabilidad* 24 (78): 159-179.
- Sánchez, R; Reyes, V; Mora, R; Castro, R; Madrigal, P; Ovares, C; Cascante, S. 2013. Valoración económica de usos alternativos de la tierra del área de amortiguamiento y del Humedal Nacional Terraba-Sierpe (HNTS). San José, Costa Rica, s.n.l. 134 p. (Informe Final para el Programa Regional CCAD/REDD-GIZ).
- Sapag Chain, N. 2007. *Proyectos de Inversión: formulación y evaluación*. Castillo, MF (ed.). Estado de México, México, Pearson Education. 486 p.
- Sapag Chain, N; Sapag Chain, R. 2008. *Preparación y evaluación de proyectos*. 5 ed. Solano Arévalo, L (ed.). Bogotá, Colombia, McGraw-Hill Interamericana S.A. 445 p.
- Sapag Chain, N; Sapag Chain, R; Sapag Puelma, JM. 2014. *Preparación y evaluación de proyectos*. 6 ed. D.F., México, McGraw-Hill / Interamericana Editores. 354 p.

- Sesnie, SE. 2006. A geospatial data integration framework for mapping and monitoring tropical landscape diversity in Costa Rica's San Juan-La Selva Biological Corridor. Tesis Ph.D. Idaho, Estados Unidos. UI - CATIE. 175 p.
- Sierra, R; Cambronero, A; Vega, E. 2016. Patrones y factores de cambio de la cobertura forestal natural de Costa Rica, 1987-2013. s.n.t. 75 p. (Informe final del Producto 1 Assessment of drivers of deforestation de la consultoría Carbon Decisions International (CDI) para el desarrollo del nivel de referencia REDD+ de Costa Rica).
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica). 2017. Informe Anual Estadísticas SEMEC 2016: SINAC en Números. Pavlotzky, B (ed.). San José, Costa Rica. 70 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica); Programa SIREFOR (Sistema de Información de Recursos Forestales). 2011. Reporte Estadístico Forestal 2011. Chavarría Espinoza, MI; Castillo, M (eds.). s.l. GIZ. 45 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica); Programa SIREFOR (Sistema de Información de Recursos Forestales). 2012. Reporte Estadístico Forestal 2012. Chavarría Espinoza, MI; Castillo, M (eds.). s.l. GIZ. 52 p.
- SINAC (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Costa Rica); Programa SIREFOR (Sistema de Información de Recursos Forestales). 2013. Reporte Estadístico Forestal 2013. Chavarría Espinoza, MI; Castillo, M (eds.). San José, Costa Rica. GIZ. 42 p.
- Sullivan, WG; Wicks, EM; Luxhoj, JT. 2004. Ingeniería económica de DeGarmo. 12 ed. Enríquez Brito, J (trad.); Quitanar Duarte, E (ed.). Estado de México, México, Pearson Education. 736 p.
- Svob, S; Arroyo-Mora, JP; Kalacska, M. 2014. The development of a forestry geodatabase for natural forest management plans in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* (327): 240-250.
- Uclés Aguilera, D. 2006. El valor económico del medio ambiente. *Ecosistemas* 15 (2): 66-71.
- Vega, E; Vega, M. 2002. Determinación del costo de oportunidad y clasificación por clases de capacidad de uso (CCU). Heredia, Costa Rica, s.e. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (IPS). 38 p. (Informe 1 del Proyecto Bioindicadores Decision making

models for evaluating cost-effectiveness of conservation priorities using alternative biodiversity indicators, NIVA NOTAT N-03/012)

- Vega-Araya, E. 2014. Desarrollo de un modelo de montos diferenciados de PSA considerando el costo de oportunidad asociado al uso de la tierra (en línea). s.n.t. 91 p. Informe Final. Consultado 28 set. 2015. Disponible en http://www.fonafifo.go.cr/documentacion/biblioteca/consultorias_investigaciones/inf_MontosDiferenciadosPSA.pdf
- White, D; Minang, P. 2011. Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+: Manual de Capacitación. Benítez, P; Tam, S; Pagiola, S; Kapp, G (eds.). s.l. Banco Mundial. 292 p. (El estudio fue financiado por el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques y por Asistencia para el Financiamiento del Carbono).
- Williams, R. 1947. Six tenths factor aids in approximating costs. *Chemical Engineering* 54(12):124-125.
- Zea Escamilla, YY. 2003. Análisis económico del manejo forestal sostenible: implicaciones de la aplicación del monitoreo ecológico en la rentabilidad del manejo de bosques con alto valor de conservación bajo certificación, Región Autónoma del Atlántico Norte, Nicaragua. Tesis MSc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 115 p.
- Zúñiga Méndez, C. 2016. Determinación de especies comerciales y clasificación de la madera según su dureza para los bosques bajo manejo forestal sostenible en el Área de Conservación Arenal Huetar-Norte, Costa Rica (en línea). s.n.t. 46 p. Consultado 02 may. 2018. Disponible en <https://onfcr.org/media/uploads/documents/ficha-tecnica-christian-zuniga-mendez.pdf>

IX. APÉNDICES

Apéndice 1. Instrumento para la aplicación de entrevistas semiestructuras a: 1) dueños de bosques, 2) planificadores del aprovechamiento, y, 3) Extractores y operarios. ACAHN, Costa Rica.

Estimado señor/señora:

El siguiente formulario forma parte de la investigación del proyecto de graduación de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo forestal, titulado: *Rentabilidad del aprovechamiento maderable de los planes de manejo aprobados en el periodo 2010-2013 y su efecto en el costo de oportunidad de la tierra para el Área de Conservación Arenal-Huetar Norte, Costa Rica*. El cual tiene como propósito brindar un insumo que nos acerque poco a poco a entender y mejorar la complejidad actual del Manejo Forestal de Bosque Natural de la Zona Norte. La información solicitada será un recurso para el análisis académico y pretende servir como fuente para toma de decisiones y consulta pública. Sus respuestas serán confidenciales y se analizarán junto a las respuestas de los otros (as) encuestados (as) con el fin de tener una idea general del tema.

Para cualquier consulta, duda o sugerencia de la entrevista, o bien, del proyecto en general se puede comunicar al correo czunigamendez@gmail.com. Su opinión es de gran ayuda, y de antemano agradezco la colaboración brindada.

Christian Zúñiga Méndez.

Estudiante de tesis.

EDECA-UNA

1) Apartado para dueños de bosque – Información General

Fecha: _____ Años de tener la finca: _____

Propietario de la finca: _____

Oficio: _____

Área total finca (ha): _____ Usos del suelo alrededor de la finca:

Área de bosque (ha):	Primario (ha):	_____	_____
	Intervenido (ha):	_____	_____
	Secundario (ha):	_____	_____

- ¿Vive en la finca? Sí _____; No _____

- ¿Depende de la finca para la subsistencia? Sí_____; No_____
- ¿Cuál es la actividad con la que se gana la vida?
- ¿Cuál es la inversión que usted tiene actualmente que considere como la de más baja rentabilidad y cuál la de más alta rentabilidad?
- ¿Tiene cuenta de ahorros? Sí_____; No_____
- ¿Tiene inversiones de depósito a plazo?
Sí_____ (Dólares_____ Colones_____); No_____
- ¿Por qué decidió elaborar manejo forestal en su finca?
- ¿Le parece rentable la actividad de aprovechamiento forestal de bosque? ¿Cómo fue su caso, fue rentable?
- ¿Cuáles fueron las principales limitaciones en el desarrollo de la actividad? Desde la planificación hasta la venta de la madera.
- ¿Volvería a hacer otra cosecha de madera? ¿Por qué?
- ¿Qué tan importante es el bosque para su familia? ¿Lo considera un negocio?
- ¿Su finca cuenta actualmente con PSA? Sí_____; No_____
- ¿Cuánto es el monto y el área que tiene bajo PSA?

- ¿Cuánto tardó la Administración Forestal del Estado en aprobar su solicitud para manejo del bosque?
- Durante el tiempo de aprobación, ¿qué actividad realizó?
- ¿Cuáles otros gastos, que no se hayan mencionado anteriormente, tuvo que incurrir para la puesta en ejecución del aprovechamiento?
- ¿Cuáles cree que se podrían evitar?
- Espacio para comentarios (si considera que se dejó de lado algún aspecto importante de la rentabilidad del aprovechamiento maderable de bosque natural, dese la libertad de mencionarlo en este espacio).

2) Apartado para el planificador del aprovechamiento

Fecha: _____.

Nombre: _____.

Oficio: _____.

Organización: _____.

- Tramitología legal.

Concepto	Costo	Costos asociados		
		Transporte	Viáticos	Otros gastos
<i>Contactar a quién vender</i>				
<i>Contactar a quién realiza el PGM</i>				
<i>Visita de evaluación de finca</i>				
<i>Contratos de compra de madera</i>				
<i>Trámite ante SINAC</i>				
<i>Visita de evaluación de SINAC</i>				
<i>Levantamiento topográfico</i>				
<i>Certificación forestal/poder</i>				
<i>Certificación de título de propiedad</i>				
<i>Certificación de plano de catastro</i>				

Concepto	Costo	Costos asociados		
		Transporte	Viáticos	Otros gastos
<i>Viabilidad ambiental</i>				
<i>Tramitación de guías de transporte</i>				

- Planificación.

Concepto	Costo	Costos asociados		
		Transporte	Viáticos	Otros gastos
<i>Visita de evaluación</i>				
<i>Plan de Manejo</i>				
<i>Inspección con SINAC</i>				

- Control forestal.

Concepto	Costo	Costos asociados		
		Transporte	Viáticos	Otros gastos
<i>Regencia forestal</i>				
<i>Administración del aprovechamiento</i>				

- Espacio para comentarios (si considera que se dejó de lado algún aspecto importante de la rentabilidad del aprovechamiento maderable de bosque natural, dese la libertad de mencionarlo en este espacio).

3) Apartado para extractores, operarios y/o intermediarios.

Fecha: _____.

Nombre: _____.

Oficio: _____.

Organización: _____.

▪ Costos del aprovechamiento.

Volumen de cosecha total: _____.

Actividad	Costo total	Costo por PMT	Distancia (Km)
<i>Corta y troceo</i>			
<i>Arrastre</i>			
<i>Empatiado</i>			
<i>Carga</i>			
<i>Transporte a industria</i>			

▪ Compra de madera.

○ ¿Cuáles son los sitios donde normalmente compra la madera?

○ ¿De qué modo compra la madera?

En pie____; En patio de finca____; En patio de aserradero____.

○ ¿A cuánto compra la madera?

Clasificación	En pie	En patio en finca
<i>Muy finas</i>		
<i>Duras y finas</i>		
<i>Semiduras</i>		
<i>Suaves</i>		

▪ Venta de madera.

○ ¿En cuáles aserraderos vende la madera?

- ¿En cuánto vende la madera?

Clasificación	En patio de aserradero
<i>Muy finas</i>	
<i>Duras y finas</i>	
<i>Semiduras</i>	
<i>Suaves</i>	

- ¿A cuanta distancia se encuentran los bosque o sitios donde compra madera y los puntos de venta donde la comercializa?

0 – 50 km ____; 50 – 100 km ____; 100 – 150 km ____; más de 150 km ____.

- **Corta y extracción.**

- ¿Tiene la maquinaria o la alquila? ¿de qué forma la costea?
- ¿Qué maquinaria usa para la extracción?

Maquinaria	Modelo	Cantidad	Valor
<i>Tractor</i>			
<i>Motosierra</i>			
<i>Vehículos</i>			
<i>Otros</i>			

- ¿Cuáles son los costos operativos de aprovechamiento por concepto de:

Concepto	Costo
<i>Reparación y mantenimiento</i>	
<i>Repuestos</i>	
<i>Traslado tractor</i>	
<i>Comida de campo</i>	
<i>Viáticos</i>	
<i>Diesel y lubricantes</i>	
<i>Guías y placas</i>	
Salarios con cargas sociales	
<i>Tractorista</i>	
<i>Ayudante</i>	
<i>Sierrista</i>	
<i>Cocinero (a)</i>	

- Espacio para comentarios (si considera que se dejó de lado algún aspecto importante de la rentabilidad del aprovechamiento maderable de bosque natural, dese la libertad de mencionarlo en este espacio).
-

Apéndice 2. Productores entrevistados que realizaron aprovechamiento maderable con plan de manejo en el periodo 2010-2013. ACAHN, Costa Rica.

Nombre Completo	Plan de Manejo
Darlan Jiménez Villalobos / Ólger Jiménez	Banco Improsa S.A.
Olimpia (Esposa de Germán Herrera)	Ganadera Guajipal Herrera Rodríguez S.A
Leonel Solís Piedra	Leonel Solís Piedra
Rodolfo Salazar	Danilo Salazar Chaves
Gerardo Barquero	Aserradero el Carmen S.A
Darlan Jiménez Villalobos / Ólger Jiménez	María Isabel Jiménez Berrocal
-	Rusa Logística S.A.
Álvaro Vargas Víquez	Hacienda La Cureña S.A.
Carlos Urcuyo	Compañía Worlco S.R.L. (Cuestamoras S.A. Agropecuaria)
Mario Robert Echeverría	Agropecuaria Cuatro Ríos S.A
Joaquín Sancho Vásquez	Joaquín Sancho Vásquez
Álvaro Vargas Víquez	Agropecuaria Octubre Setenta y Ocho S.A.
Carlos Fernando Loría Murillo	FERLO S.A.
Edgar Vargas Durán	Ganadera Hermanos Vargas S.A.
Manuel Chiroles Corrella	Chiroldes y Sánchez S.A.
Carlos Fernando Loría Murillo	Carlos Fernando Loría Murillo
-	Finca La Tiburcia S.A.
Nelson González Rodríguez	Nelson González Rodríguez
-	Monteverde expediciones S.A.
Fabián Víquez	Fabián Víquez
Carlos Luis Miranda	Carlos Luis Miranda
Carlos Luis Miranda	Adán Miranda Castro
Sigifredo Pérez Quesada	Sigifredo Pérez Quesada
Ramón Aguilar Solera	Compañía Reforestadora Doña Camila S.A
Bernal Porras A.	Extractor de madera independiente

Apéndice 3. Profesionales consultados en el levantamiento de datos y/o validación de la información.

Nombre Completo	Institución / Organización
Alberto Poveda Alvarado	Director Organo de Normalización Técnica (ONT) - MH
Alfonso Barrantes Rodríguez, Ing.	Director Ejecutivo Oficina Nacional Forestal (ONF)
Álvaro Martín Parada Gómez, Ph.D.	Coordinador Programa Sectores Productivos, Competitividad y Comercio - Escuela de Economía - UNA
Cliff Umaña, Ing.	Ingeniero Agrónomo, experto en producción de yuca
Edwin Vega-Araya, M.Sc.	Consultor Economista
Francini Sibaja Miranda, Licda.	Coordinadora SIG Valoraciones Municipales - ONT
Gerardo Bermúdez Cruz, Ing.	Profesional forestal independiente
Guillermo A. Navarro, Ph.D.	Oficial Forestal del Programa FAO-EU FLEGT
Igor Zúñiga Garita, Ing. MAP	INGEOFOR Ingeniería y Ambiente S.A.; Escuela de Ciencias Ambientales - UNA
Jairo Treviño, M.Sc.	Producción e Investigación - PINDECO
Jorge Piedra Brenes, Ing.	Profesional forestal independiente
José Arnulfo Sánchez Gutierrez, Ing.	Jefatura FONAFIFO - Oficina Regional San Carlos
José Edo Valerín Román, Ing.	Gerente Programa Nacional de Granos Básicos - MAG
Juan Carlos Cárdenas, Ing.	SINAC - Oficina SubRegional Pital - Cureña
Leonardo Murillo Torres, Ing.	Coordinador Departamento de Investigación y Divulgación CORFOGA
Manuel Solís, Ing.	Profesional forestal independiente
Mauricio Peña Villalta, Ing.	Perito Valuador - Consultoría y Construcción Villalta
Mauricio Soto Moya, Ing.	Departamento Técnico CODEFORSA
Miguel Ángel Hernández Benavides	Coordinador Equipo de Plataformas - ONT
Miguel Castillo Umaña, M.Sc.	Zootecnista, Escuela de Ciencias Agrarias - UNA
Mónica Ospino Araya, Ing.	Profesional forestal independiente
Randall Castro Salazar, Ing.	SINAC - Oficina SubRegional San Carlos - Los Chiles
Roger Alonso Moya Roque, Ph.D.	Escuela de Ingeniería Forestal - TEC

Apéndice 4. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 1 (0-50 ha). ACAHN, Costa Rica.

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (₡)	Unidad	Costo Total (₡)	Costo (₡/ha)
Tramitología legal	<i>Constancia de Patrono de la CCSS</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Copia de plano catastrado</i>	1,0	3 662,9	₡	3 662,9	103,2
	<i>Certificación de personería jurídica</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	86,5
	<i>Certificación de notario público</i>		0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación literal de la propiedad emitida Registro Nacional</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	86,5
	<i>Formulario de ingreso a SINAC</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Contratos de compra de madera</i>		0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación de ubicación cartográfica</i>	1,0	25 574,5	₡	25 574,5	720,5
	<i>Poder especial para el intermediario</i>	1,0	56 923,8	₡	56 923,8	1 603,8
Subtotal					92 299,1	2 600,5
Formalización del permiso	<i>Costo de oportunidad burocrático</i>	7,0	5 165,0	₡/ha/mes	1 283 258,1	36 154,9
	<i>Costo de seguimiento</i>	7,0	63 500,0	₡/mes	444 500,0	12 523,5
	Subtotal				1 727 758,1	48 678,4
Planificación	<i>Visita de evaluación de finca</i>	1,0	182 138,2	₡/finca	182 138,2	5 131,6
	<i>Plan General de manejo / Plan Operativo de manejo</i>	45,0	69 123,0	₡/ha	3 110 083,2	87 624,5
	Subtotal				3 292 221,5	92 756,1
Control Forestal	<i>Monto inscripción de contrato regencia</i>	4,0	11 786,7	₡/contrato	47 146,8	1 328,3
	<i>Regencia de aprovechamiento</i>	4,0	153 340,6	₡/Visita	613 362,5	17 281,1
	<i>Guías</i>	16,0	300,0	₡/unidad	4 800,0	135,2
	<i>Placas</i>	148,0	200,0	₡/unidad	29 600,0	834,0
	Subtotal				694 909,3	19 578,6
Administración / Vigilancia	<i>Administración y vigilancia de la finca</i>	1,0	289 981,4	₡/mes	289 981,4	8 170,0
	Subtotal				289 981,4	8 170,0
TOTAL					4 369 411,2	171 783,7
					TOTAL (₡/ha)	48,9
					TOTAL (₡/ha)	17 710,1

▪ **Costos de la Etapa de Viabilidad Ambiental, Clase 1 (0 – 50 ha).**

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (₡)	Unidad	Costo Total (₡)	Costo (₡/ha)
Viabilidad ambiental *	<i>Formulario D1</i>	1	780 704,7	₡/finca	780 704,7	21 995,8
	<i>Informe de biólogo</i>	1	312 623,0	₡/finca	312 623,0	8 807,9
	<i>Presentación de informes a SETENA</i>	1	119 500,0	₡/finca	119 500,0	3 366,8
	<i>Certificación del contador</i>	1	62 661,7	₡/finca	62 661,7	1 765,5
	<i>Documentos legales</i>	1	62 661,7	₡/finca	62 661,7	1 765,5
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del propietario</i>	1	42 899,1	₡	42 899,1	1 208,7
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del regente</i>	1	49 499,0	₡	49 499,0	1 394,6
	Subtotal					1 430 549,1

* No forma parte del núcleo común de la estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural.

▪ **Información básica de la estructura de costos típica de la Clase 1 (0 – 50 ha).**

Área promedio del cuartel de manejo (ha)		45,0
Área promedio efectiva de manejo (ha)		35,5
Volumen cosechado promedio por cuartel	344,28 m ³	124 628,19 pmt
Volumen cosechado promedio por ha	9,70 m ³ /ha	3 511,32 pmt/ha

Apéndice 5. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 2 (50 – 100 ha). ACAHN, Costa Rica.

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (₡)	Unidad	Costo Total (₡)	Costo (₡/ha)
Tramitología legal	<i>Constancia de Patrono de la CCSS</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Copia de plano catastrado</i>	1,0	3 662,9	₡	3 662,9	47,9
	<i>Certificación de personería jurídica</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	40,1
	<i>Certificación de notario público</i>		0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación literal de la propiedad emitida Registro Público</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	40,1
	<i>Formulario de ingreso a SINAC</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Contratos de compra de madera</i>		0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación de ubicación cartográfica</i>	1,0	25 574,5	₡	25 574,5	334,3
	<i>Poder especial para el intermediario</i>	1,0	56 923,8	₡	56 923,8	744,0
	Subtotal				92 299,1	1 206,4
Formalización del permiso	<i>Costo de oportunidad burocrático</i>	7,0	6 648,0	₡/mes/ha	3 560 427,8	46 536,3
	<i>Costo de seguimiento</i>	7,0	63 500,0	₡/mes	444 500,0	5 809,8
	Subtotal				4 004 927,8	52 346,1
Planificación	<i>Visita de evaluación de finca</i>	1,0	182 138,2	₡/finca	182 138,2	2 380,6
	<i>Plan General de manejo / Plan Operativo de manejo</i>	108,3	61 723,8	₡/ha	6 685 738,1	87 385,4
	Subtotal				6 867 876,4	89 766,0
Control Forestal	<i>Monto inscripción de contrato regencia</i>	7,0	11 786,7	₡/contrato	82 506,8	1 078,4
	<i>Regencia de aprovechamiento</i>	7,0	153 340,6	₡/Visita	1 073 384,4	14 029,6
	<i>Guías</i>	50,0	300,0	₡/unidad	15 000,0	196,1
	<i>Placas</i>	730,0	200,0	₡/unidad	146 000,0	1 908,3
	Subtotal				1 316 891,3	17 212,3
Administración / Vigilancia	<i>Administración y vigilancia de la finca</i>	1,0	289 981,4	₡/mes	289 981,4	3 790,2
	Subtotal				289 981,4	3 790,2
TOTAL					8 567 048,1	164 320,9
					TOTAL (₡/ha)	39,2
					TOTAL (₡/ha)	14 198,7

▪ **Costos de la Etapa de Viabilidad Ambiental, Clase 2 (50 – 100 ha).**

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (C)	Unidad	Costo Total (C)	Costo (C/ha)
Viabilidad ambiental *	<i>Formulario D1</i>	1,0	780 704,7	C/finca	780 704,7	10 204,1
	<i>Informe de biólogo</i>	1,0	312 623,0	C/finca	312 623,0	4 086,1
	<i>Presentación de informes a SETENA</i>	1,0	119 500,0	C/finca	119 500,0	1 561,9
	<i>Certificación del contador</i>	1,0	62 661,7	C/finca	62 661,7	819,0
	<i>Documentos legales</i>	1,0	62 661,7	C/finca	62 661,7	819,0
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del propietario</i>	1,0	42 899,1	C	42 899,1	560,7
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del regente</i>	1,0	49 499,0	C	49 499,0	647,0
	Subtotal					1 430 549,1

* No forma parte del núcleo común de la estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural.

▪ **Información básica de la estructura de costos típica de la Clase 2 (50 – 100 ha).**

Área promedio de cuartel de manejo (ha)		108,3
Área promedio efectiva de manejo (ha)		76,5
Volumen cosechado promedio por cuartel	885,4 m ³	320 527,1 pmt
Volumen cosechado promedio por ha	11,6 m ³ /ha	4 189,4 pmt/ha

Apéndice 6. Estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural para la Clase 3 (> 100 ha). ACAHN, Costa Rica.

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (₡)	Unidad	Costo Total (₡)	Costo (₡/ha)
Tramitología legal	<i>Constancia de Patrono de la CCSS</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Copia de plano catastrado</i>	1,0	3 662,9	₡	3 662,9	21,8
	<i>Certificación de personería jurídica</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	18,2
	<i>Certificación de notario público</i>	0,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación literal de la propiedad emitida Registro Público</i>	1,0	3 068,9	₡	3 068,9	18,2
	<i>Formulario de ingreso a SINAC</i>	1,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Contratos de compra de madera</i>	0,0	0,0	₡	0,0	0,0
	<i>Certificación de ubicación cartográfica</i>	1,0	25 574,5	₡	25 574,5	152,0
	<i>Poder especial para el intermediario</i>	1,0	56 923,8	₡	56 923,8	338,3
	Subtotal					92 299,1
Formalización del permiso	<i>Costo de oportunidad burocrático</i>	7,0	6 136,7	₡/mes/ha	7 228 936,6	42 956,7
	<i>Costo de seguimiento</i>	7,0	63 500,0	₡/mes	444 500,0	2 641,4
	Subtotal				7 673 436,6	45 598,1
Planificación	<i>Visita de evaluación de finca</i>	1,0	182 138,2	₡/finca	182 138,2	1 082,3
	<i>Plan General de manejo / Plan Operativo de manejo</i>	206,5	54 448,9	₡/ha	11 244 384,0	66 817,8
	Subtotal				11 426 522,2	67 900,1
Control Forestal	<i>Monto inscripción de contrato regencia</i>	7,0	11 786,7	₡/contrato	82 506,8	490,3
	<i>Regencia de aprovechamiento</i>	7,0	153 340,6	₡/Visita	1 073 384,4	6 378,4
	<i>Guías</i>	99,0	300,0	₡/unidad	29 700,0	176,5
	<i>Placas</i>	1230,0	200,0	₡/unidad	246 000,0	1 461,8
	Subtotal				1 431 591,3	8 507,0
Administración / Vigilancia	<i>Administración y vigilancia de la finca</i>	1,0	289 981,4	₡/mes	289 981,4	1 723,2
	Subtotal				289 981,4	1 723,2
TOTAL					13 240 393,9	124 276,8
					TOTAL (₡/ha)	25,3
					TOTAL (₡/ha)	9 175,1

▪ **Costos de la Etapa de Viabilidad Ambiental, Clase 3 (> 100 ha).**

Etapa	Actividades / Documentos	Cantidad	Costo unitario (C)	Unidad	Costo Total (C)	Costo (C/ha)
Viabilidad ambiental *	<i>Formulario D1</i>	1,0	780 704,7	C/finca	780 704,7	4 639,2
	<i>Informe de biólogo</i>	1,0	312 623,0	C/finca	312 623,0	1 857,7
	<i>Presentación de informes a SETENA</i>	1,0	119 500,0	C/finca	119 500,0	710,1
	<i>Certificación del contador</i>	1,0	62 661,7	C/finca	62 661,7	372,4
	<i>Documentos legales</i>	1,0	62 661,7	C/finca	62 661,7	372,4
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del propietario</i>	1,0	42 899,1	C	42 899,1	254,9
	<i>Declaración jurada de compromisos ambientales del regente</i>	1,0	49 499,0	C	49 499,0	294,1
	Subtotal					1 430 549,1

* No forma parte del núcleo común de la estructura de costos típica del aprovechamiento maderable en bosque natural.

▪ **Información básica de la estructura de costos típica de la Clase 3 (> 100 ha).**

Área promedio de cuartel de manejo (ha)	206,5
Área promedio efectiva de manejo (ha)	168,3
Volumen cosechado promedio por cuartel	2 279,4 m ³ 825 142,7 pmt
Volumen cosechado promedio por ha	13,5 m ³ /ha 4 903,7 pmt/ha

Apéndice 7. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase I (0–50 ha). ACAFN, Costa Rica.

Año	Ingreso PSA	Costos	Ingresos Netos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,0	-8 170,0	-8 170,0	-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6	-11 739,4	-12 071,4	-12 412,7	-12 763,7	-13 124,6
2	0,0	-8 170,0	-8 170,0		-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6	-11 739,4	-12 071,4	-12 412,7	-12 763,7
3	0,0	-8 170,0	-8 170,0			-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6	-11 739,4	-12 071,4	-12 412,7
4	0,0	-8 170,0	-8 170,0				-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6	-11 739,4	-12 071,4
5	0,0	-8 170,0	-8 170,0					-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6	-11 739,4
6	0,0	-8 170,0	-8 170,0						-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7	-11 416,6
7	0,0	-8 170,0	-8 170,0							-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4	-11 102,7
8	0,0	-8 170,0	-8 170,0								-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5	-10 797,4
9	0,0	-8 170,0	-8 170,0									-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7	-10 500,5
10	0,0	-8 170,0	-8 170,0										-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9	-10 211,7
11	0,0	-8 170,0	-8 170,0											-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9	-9 930,9
12	0,0	-8 170,0	-8 170,0												-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3	-9 657,9
13	0,0	-8 170,0	-8 170,0													-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0	-9 392,3
14	0,0	-8 170,0	-8 170,0														-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8	-9 134,0
15	0,0	-8 170,0	-8 170,0															-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6	-8 882,8
16	0,0	-8 170,0	-8 170,0																-8 170,0	-8 401,0	-8 638,6
17	0,0	-8 170,0	-8 170,0																	-8 170,0	-8 401,0
18	0,0	-8 170,0	-8 170,0																		-8 170,0
Costos periódicos Capitalizados				-8 170,0	-16 571,1	-25 209,7	-34 092,5	-43 226,5	-52 618,8	-62 276,7	-72 207,6	-82 419,3	-92 919,8	-103 717,2	-114 819,9	-126 236,5	-137 975,9	-150 047,3	-162 460,0	-175 223,6	-188 348,2
Volumen Comercial (m³/ha)				-9,8	1,4	3,6	3,1	3,9	4,6	4,9	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	9,8	10,8	11,9	11,4	12,1	12,7
Dura				-2,3	0,3	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,3	2,5	2,8	2,7	2,8	3,0
Semidura				-6,6	0,9	2,4	2,1	2,6	3,1	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	6,6	7,3	8,0	7,7	8,1	8,5
Suave				-0,9	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
Precio de Mercado de la madera.																					
Dura				44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0
Semidura				32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0
Suave				25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0
Ingreso bruto por venta de madera				-339 006,1	46 916,0	125 992,2	108 587,9	135 072,7	160 044,2	169 124,7	187 285,7	207 338,6	228 904,8	250 092,7	271 280,5	338 627,7	375 328,2	411 650,3	396 894,4	418 839,0	440 026,9
Costos MFS				-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6	-163 613,6
Ingreso Neto de la Madera				-502 619,7	-116 697,6	-37 621,4	-55 025,7	-28 540,9	-3 569,5	5 511,1	23 672,1	43 724,9	65 291,2	86 479,0	107 666,9	175 014,1	211 714,6	248 036,6	233 280,8	255 225,4	276 413,3
Renta Forestal Futura				-510 789,8	-133 268,7	-62 831,1	-89 118,2	-71 767,4	-56 188,3	-56 765,6	-48 535,5	-38 694,4	-27 628,6	-17 238,1	-7 152,9	48 777,6	73 738,6	97 989,4	70 820,8	80 001,8	88 065,1
PB				1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1
VET (-1)				-18 064 767,3	-2 323 760,4	-720 147,3	-755 303,7	-479 723,4	-308 545,0	-263 374,5	-194 218,4	-135 654,1	-85 914,2	-48 023,5	-18 000,4	111 647,7	154 420,8	188 696,9	125 958,8	131 923,1	135 100,3
VET +tierra				1 359 390,0	1 679 054,0	1 697 668,7	1 627 473,4	1 597 814,1	1 567 056,6	1 523 490,8	1 488 182,6	1 454 917,6	1 423 283,4	1 391 792,0	1 360 737,8	1 362 245,1	1 341 680,0	1 320 748,4	1 267 039,9	1 237 914,0	1 208 755,3

VET (-1) máximo (CC Económico): 188 696,9 VET (-1) CC autorizado: 188 696,9

Apéndice 8. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase 2 (50–100 ha). ACAHN, Costa Rica.

Año	Ingreso PSA	Costos	Ingresos Netos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,0	-3 790,2	-3 790,2	-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3	-5 446,1	-5 600,1	-5 758,4	-5 921,2	-6 088,6
2	0,0	-3 790,2	-3 790,2		-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3	-5 446,1	-5 600,1	-5 758,4	-5 921,2
3	0,0	-3 790,2	-3 790,2			-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3	-5 446,1	-5 600,1	-5 758,4
4	0,0	-3 790,2	-3 790,2				-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3	-5 446,1	-5 600,1
5	0,0	-3 790,2	-3 790,2					-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3	-5 446,1
6	0,0	-3 790,2	-3 790,2						-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7	-5 296,3
7	0,0	-3 790,2	-3 790,2							-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0	-5 150,7
8	0,0	-3 790,2	-3 790,2								-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3	-5 009,0
9	0,0	-3 790,2	-3 790,2									-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3	-4 871,3
10	0,0	-3 790,2	-3 790,2										-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1	-4 737,3
11	0,0	-3 790,2	-3 790,2											-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4	-4 607,1
12	0,0	-3 790,2	-3 790,2												-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2	-4 480,4
13	0,0	-3 790,2	-3 790,2													-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4	-4 357,2
14	0,0	-3 790,2	-3 790,2														-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9	-4 237,4
15	0,0	-3 790,2	-3 790,2															-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5	-4 120,9
16	0,0	-3 790,2	-3 790,2																-3 790,2	-3 897,3	-4 007,5
17	0,0	-3 790,2	-3 790,2																	-3 790,2	-3 897,3
18	0,0	-3 790,2	-3 790,2																		-3 790,2
Costos periódicos Capitalizados				-3 790,2	-7 687,5	-11 695,1	-15 815,9	-20 053,3	-24 410,5	-28 890,9	-33 498,0	-38 235,3	-43 106,6	-48 115,7	-53 266,3	-58 562,6	-64 008,7	-69 608,7	-75 367,1	-81 288,4	-87 377,0
Volumen Comercial (m3/ha)				-9,8	1,4	3,6	3,1	3,9	4,6	4,9	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	9,8	10,8	11,9	11,4	12,1	12,7
Dura				-2,3	0,3	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,3	2,5	2,8	2,7	2,8	3,0
Semidura				-6,6	0,9	2,4	2,1	2,6	3,1	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	6,6	7,3	8,0	7,7	8,1	8,5
Suave				-0,9	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
Precio de Mercado de la madera.																					
Dura				44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0
Semidura				32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0
Suave				25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0
Ingreso bruto por venta de madera				-339 006,1	46 916,0	125 992,2	108 587,9	135 072,7	160 044,2	169 124,7	187 285,7	207 338,6	228 904,8	250 092,7	271 280,5	338 627,7	375 328,2	411 650,3	396 894,4	418 839,0	440 026,9
Costos MFS				-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7	-160 530,7
Ingreso Neto de la Madera				-499 536,8	-113 614,7	-34 538,5	-51 942,9	-25 458,0	-486,6	8 594,0	26 755,0	46 807,8	68 374,0	89 561,9	110 749,8	178 097,0	214 797,4	251 119,5	236 363,7	258 308,3	279 496,1
Renta Forestal Futura				-503 327,0	-121 302,2	-46 233,6	-67 758,8	-45 511,3	-24 897,1	-20 296,9	-6 743,0	8 572,5	25 267,4	41 446,3	57 483,5	119 534,4	150 788,7	181 510,8	160 996,5	177 019,9	192 119,1
PB				1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1
VET (-1)				-17 800 837,4	-2 115 105,7	-529 912,9	-574 275,9	-304 216,6	-136 716,6	-94 171,5	-26 982,6	30 053,3	78 571,8	115 464,5	144 657,2	273 603,6	315 776,3	349 533,0	286 341,4	291 906,2	294 729,2
VET +tierra				1 366 647,5	1 690 371,4	1 712 934,3	1 646 578,6	1 620 653,4	1 593 527,3	1 553 493,1	1 521 619,2	1 491 694,2	1 463 308,2	1 434 975,6	1 406 993,3	1 411 488,1	1 393 828,4	1 375 722,2	1 324 761,5	1 298 307,8	1 271 747,8

VET (-1) máximo (CC Económico): 349 533,0 **VET (-1) CC autorizado:** 349 533,0

Apéndice 9. Modelo para el cálculo del Valor del Bosque (VB) para unidades forestales de la Clase 3 (> 100ha). ACAHN, Costa Rica.

Año	Ingreso PSA	Costos	Ingresos Netos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	0,0	-1 723,2	-1 723,2	-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9	-2 476,0	-2 546,0	-2 618,0	-2 692,0	-2 768,1
2	0,0	-1 723,2	-1 723,2		-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9	-2 476,0	-2 546,0	-2 618,0	-2 692,0
3	0,0	-1 723,2	-1 723,2			-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9	-2 476,0	-2 546,0	-2 618,0
4	0,0	-1 723,2	-1 723,2				-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9	-2 476,0	-2 546,0
5	0,0	-1 723,2	-1 723,2					-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9	-2 476,0
6	0,0	-1 723,2	-1 723,2						-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7	-2 407,9
7	0,0	-1 723,2	-1 723,2							-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3	-2 341,7
8	0,0	-1 723,2	-1 723,2								-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7	-2 277,3
9	0,0	-1 723,2	-1 723,2									-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8	-2 214,7
10	0,0	-1 723,2	-1 723,2										-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6	-2 153,8
11	0,0	-1 723,2	-1 723,2											-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0	-2 094,6
12	0,0	-1 723,2	-1 723,2												-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0	-2 037,0
13	0,0	-1 723,2	-1 723,2													-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5	-1 981,0
14	0,0	-1 723,2	-1 723,2														-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5	-1 926,5
15	0,0	-1 723,2	-1 723,2															-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0	-1 873,5
16	0,0	-1 723,2	-1 723,2																-1 723,2	-1 771,9	-1 822,0
17	0,0	-1 723,2	-1 723,2																	-1 723,2	-1 771,9
18	0,0	-1 723,2	-1 723,2																		-1 723,2
Costos periódicos Capitalizados				-1 723,2	-3 495,1	-5 317,0	-7 190,5	-9 117,0	-11 098,0	-13 134,9	-15 229,5	-17 383,3	-19 598,0	-21 875,3	-24 217,0	-26 624,9	-29 100,9	-31 646,9	-34 264,9	-36 956,9	-39 725,0
Volumen Comercial (m3/ha)				-9,8	1,4	3,6	3,1	3,9	4,6	4,9	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	9,8	10,8	11,9	11,4	12,1	12,7
Dura				-2,3	0,3	0,8	0,7	0,9	1,1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,3	2,5	2,8	2,7	2,8	3,0
Semidura				-6,6	0,9	2,4	2,1	2,6	3,1	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	6,6	7,3	8,0	7,7	8,1	8,5
Suave				-0,9	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
Precio de Mercado de la madera.																					
Dura				44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0	44 526,0
Semidura				32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0	32 580,0
Suave				25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0	25 702,0
Ingreso bruto por venta de madera				-339 006,1	46 916,0	125 992,2	108 587,9	135 072,7	160 044,2	169 124,7	187 285,7	207 338,6	228 904,8	250 092,7	271 280,5	338 627,7	375 328,2	411 650,3	396 894,4	418 839,0	440 026,9
Costos MFS				-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6	-122 553,6
Ingreso Neto de la Madera				-461 559,7	-75 637,6	3 438,6	-13 965,8	12 519,1	37 490,5	46 571,0	64 732,1	84 784,9	106 351,1	127 539,0	148 726,9	216 074,1	252 774,5	289 096,6	274 340,8	296 285,4	317 473,2
Renta Forestal Futura				-463 282,9	-79 132,7	-1 878,5	-21 156,3	3 402,1	26 392,5	33 436,1	49 502,6	67 401,6	86 753,2	105 663,7	124 509,9	189 449,2	223 673,7	257 449,7	240 075,9	259 328,5	277 748,2
PB				1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1	1 908 617,1
VET (-1)				-16 384 623,6	-1 379 809,4	-21 530,3	-179 306,0	22 740,9	144 928,7	155 133,0	198 088,4	236 295,4	269 768,4	294 367,1	313 329,2	433 632,5	468 409,3	495 767,7	426 988,4	427 633,2	426 092,3
VET +tierra				1 405 590,5	1 730 253,7	1 753 730,1	1 688 262,8	1 663 201,5	1 636 915,6	1 597 698,4	1 566 619,2	1 537 467,0	1 509 832,5	1 482 230,7	1 454 959,2	1 460 145,2	1 443 157,7	1 425 705,2	1 375 380,2	1 349 544,8	1 323 586,1

VET (-1) máximo (CC Económico): 495 767,7 **VET (-1) CC autorizado:** 495 767,7

X. RESUMEN EJECUTIVO PARA TOMADORES DE DECISIÓN

Rentabilidad del aprovechamiento maderable de los planes de manejo aprobados en el periodo 2010 – 2013 y su efecto en el costo de oportunidad de la tierra, para el Área de Conservación Arenal – Huetar Norte, Costa Rica ²

Christian Zúñiga Méndez ³

1. Introducción

En los últimos 20 años la sociedad ha fijado la mirada, con mayor interés, en los ecosistemas forestales, al ser considerados generadores de beneficios en múltiples áreas del desarrollo (FAO 2018). En Costa Rica a través de políticas públicas y acciones de diferentes sectores, se ha logrado que el territorio nacional cuente con un 52,4% de cobertura forestal; de la cual 44,3% (1 170 176 ha) tiene el potencial para ser manejado (Camacho 2014). Parte de esta estrategia y producto de una larga historia de manejo forestal, le permitió al país implementar un Estándar de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales; convirtiéndolo en un referente en la conservación y producción sostenible de madera comercial (FAO 2016a; Méndez 2008; CATIE 2006; MINAE 2002; Maginnis *et al.* 1998).

Sin embargo, el modelo de aprovechamiento acarrea deficiencias y barreras en ámbitos productivos, legales, institucionales, logísticos, económicos-financieros y de mercado; que están limitando la expectativa económica de los actores de la cadena de valor, principalmente de los dueños del bosque (MINAE 2018; Camacho 2015; De Camino *et al.* 2015; Meza 2008; Navarro *et al.* 2014; Navarro y Bermúdez 2006). Esto trae consigo una resistencia por la adopción de prácticas sostenibles de manejo de bosque, lo cual se refleja en el bajo porcentaje de madera que se consume en el país proveniente de bosque (5,1%) (Barrantes y Ugalde 2017).

² Basado en: Zúñiga, C (2018). Rentabilidad del aprovechamiento maderable de los planes de manejo aprobados en el periodo 2010 – 2013 y su efecto en el costo de oportunidad de la tierra, para el Área de Conservación Arenal – Huetar Norte, Costa Rica (tesis de licenciatura). Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.

³ Ingeniero Forestal; egresado de la Licenciatura en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal; Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. *czunigamendez@gmail.com*

El objetivo de esta investigación se centró en evaluar la rentabilidad del manejo forestal a través de 24 estudios de caso en el Área de Conservación Arenal-Huetar Norte (ACAHN), así como la evaluación de los principales factores que están limitando el buen desarrollo de la actividad, y las presiones económicas (costo de oportunidad) que recaen sobre las unidades de manejo por parte de las actividades alternativas de uso del suelo colindantes.

2. Principales hallazgos

a. ¿Cuál es el contexto en el que se desenvuelve el modelo actual?

La actividad se desarrolla en fincas con una extensión total de 21,2 ha a 923,6 ha, donde coexisten con otros usos como: bosques bajo PSA, reforestación, repastos y agricultura. Durante el 2010-2013 se aprobaron 2 430,8 ha de bosque para manejo, que al descontar las áreas por protección hídrica (art. 34, Ley Forestal N° 7575) sólo se logró intervenir en un área efectiva de 1 824,9 ha (75%). La planificación del aprovechamiento estuvo a cargo esencialmente de organizaciones (CODEFORSA y FUNDECOR; 67% y 25% de los estudios de caso, respectivamente), así como, de regentes particulares (8%); los cuales también se encargaron de gestionar la inclusión de los bosques a PSA (una vez finalizadas las operaciones de manejo, un 62% de las unidades obtuvieron PSA).

El tiempo de aprobación de los permisos por parte del SINAC tuvo una duración de 7 meses en promedio en aquellos sitios que no necesitaron viabilidad ambiental, y de 16,5 meses para las unidades que debieron cumplir con dicho requisito. Por su parte, la comercialización de la madera se efectuó en su mayoría en pie (54%), así como en troza puesta en patio de aserradero (29%).

Durante el periodo de estudio, se aprobó un volumen comercial de 30 462 m³, de los cuales sólo se logró extraer 17 045 m³ (55%); y cuyo promedio de cosecha fue de 3 arb ha⁻¹, que representa 11,85 m³ ha⁻¹. El 78% de ese volumen se distribuyó en 10 especies (donde predominan botarrama, tamarindo y gabilán), a pesar de que se reportaron 125 especies en los planes de manejo.

b. ¿Qué señalan los indicadores financieros?

Los costos totales para operar de forma legal son inversos al área efectiva, es decir, a menor área mayor es el costo y viceversa, y se ubicaron en un rango entre ₡124 276,8 ha⁻¹ (₡25/pmt)

y ₡171 783,7 ha⁻¹ (₡49/pmt). Donde las etapas de formalización del permiso y la planificación abarcaron en conjunto el 80% del total de los costos.

Por su parte la rentabilidad en el corto plazo (periodo de operaciones de aprovechamiento) fue analizada a través del margen de utilidad, el cual resultó entre ₡102 356,2 ha⁻¹ y ₡292 145,3 ha⁻¹; según el área efectiva de bosque manejado. Así mismo, para el análisis de rentabilidad en el largo plazo (ciclo de corta como referencia temporal) se utilizó el indicador Valor del Bosque (VB), que estimó valores de renta entre ₡188 696,9 ha⁻¹ y ₡495 767,7 ha⁻¹. Estos representan los valores de bosque máximos (momento óptimo) en el ciclo de producción, los cuales se ajustaron al año 15; coincidiendo con lo que indica la normativa vigente. Sin embargo, a pesar de que las rentas son positivas, no lograron superar ni igualar el precio del bosque en el mercado (₡1 908 617,15 ha⁻¹), incumpliendo con el criterio de aceptación de la inversión; por lo tanto, la actividad debería rechazarse.

Tanto en el corto como en el largo plazo, se estimó que los propietarios con bosques menores a 50 ha obtuvieron menores ganancias; y debieron asumir mayores costos por unidad de área, para operar de forma legal.

c. ¿Cuáles factores impactan en la rentabilidad?

i. Los que favorecen

Se identificaron tres factores que mejoran la rentabilidad:

1. Pago continuo de PSA durante todo el ciclo de corta: aumenta la rentabilidad en rangos de 141% a 370% (**mejor escenario**).
2. Optimizar el rendimiento de cosecha aprovechando 100% del volumen aprobado: aumenta la rentabilidad en rangos de 80% a 210%.
3. Reducir o eliminar por completo los costos por seguimiento del permiso y los costos de oportunidad burocrática (costos por formalización del permiso): aumenta la rentabilidad en rangos de 18% a 50%.

Detalle a tomar en cuenta: Al incluir simultáneamente estos tres factores dentro del modelo microeconómico, los valores de renta superaron el millón de colones por hectárea; lo que representa mejoras en la rentabilidad en rangos entre 247% y 630% con respecto al caso base.

ii. Los que condicionan

Se identificaron dos factores que reducen la rentabilidad:

1. Cumplir con el requisito de viabilidad ambiental: no es solo un costo adicional en la estructura de costos, sino que implica un aumento en el tiempo de aprobación del plan de manejo; y un consecuente aumento en los costos de formalización del permiso. Valorado de forma individual, reduce la rentabilidad en rangos entre 24% y 93%.
2. Invertir a tasas de descuento altas (perfil del inversionista deudor): los propietarios que tienen una liquidez limitada y que deben acudir a préstamos con tasas altas (TMA 11,93%) se les ve reducida su rentabilidad en rangos de 89% a 105% (**peor escenario**).

d. ¿Cuál es la presión económica que generan los usos alternativos del suelo a la actividad de aprovechamiento maderable en bosque?

Los *Cultivos Agrícolas* son el uso que mayores costos de oportunidad ejercen al aprovechamiento de madera, con rangos entre los $\text{C}\$802\,922,36\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$ hasta $\text{C}\$1\,368\,377,49\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$. En *Pastos* se reportan costos de oportunidad menores, con un rango entre los $\text{C}\$154\,041,77\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$ y los $\text{C}\$325\,075,63\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$. Por su parte, los valores de *Plantaciones Forestales* se ubican entre $\text{C}\$221\,531,69\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$ y $\text{C}\$336\,770,48\text{ ha}^{-1}\text{ año}^{-1}$. En la siguiente figura, se muestra el orden de los usos de suelo según la magnitud de costo de oportunidad:

$$\text{AF} < \text{Pastos} < \text{P. Forestales} < \text{C. Agrícolas}$$

AF = aprovechamiento maderable en bosque natural.

Así mismo, entre el área de extensión de los usos del suelo y el costo de oportunidad de las actividades productivas dentro de esas coberturas, se estableció una relación inversa. Donde los *Pastos* a pesar de que abarcan grandes extensiones de terreno, son el uso que menores costos de oportunidad representan para el manejo de bosques; mientras que, *Cultivos Agrícolas* tienen bajas extensiones con respecto a las otras categorías, pero su rentabilidad significa altos costos de oportunidad para el aprovechamiento maderable.

Por otra parte, a través del mapa de costo de oportunidad (Apéndice 1) se logró observar el establecimiento de tres zonas, las cuales pueden funcionar como sitios prioritarios para la toma de decisiones. Estos se distribuyen de la siguiente manera:

1. Zona de alto costo de oportunidad ($\text{C}\$500 \text{ mil ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ a $\geq \text{C}\$2 \text{ millones ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$): al sur del área de estudio.
2. Zona de mediano costo de oportunidad ($\text{C}\$50 \text{ mil ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ a $\text{C}\$500 \text{ mil ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$): parte centro-norte de los distritos.
3. Zona de bajo costo de oportunidad ($\leq \text{C}\$0$ a $\text{C}\$50 \text{ mil ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$): parte norte de la región.

3. Lecciones aprendidas por eje temático

a. Institucionalidad y gobernanza

- i.** Los costos de la actividad son altos y están enfocados en cumplir los intereses y demandas públicas; lo cual limita los intereses de los dueños del bosque, en la obtención de beneficios económicos a partir de su recurso forestal.
- ii.** El 80% de la inversión corresponde a la etapa de planificación y formalización del permiso.
- iii.** La aprobación de permiso es un factor de disconformidad: implica altos periodos de espera y un proceso complejo. Por lo tanto, los dueños delegan dicha gestión a los planificadores.
- iv.** Predominan bosques con áreas efectivas pequeñas (menor a 50 ha) en manos de agricultores individuales y algunos ganaderos. Los cuales tienen dificultades para acceder de forma legal al recurso (altos costos del MFS), por lo tanto, su experiencia económica es más condicionada, en comparación a los demás usuarios del bosque (con unidades de bosque mayores a 50 ha).
- v.** La actividad se desenvuelve en una matriz de regulaciones estrictas para los propietarios de bosque.

b. Biofísicos y productivos

- i.** Las unidades de manejo forestal se dividen en dos grandes grupos:

1. Pequeños (0 – 50 ha): poseen condiciones mucho más limitadas, que los convierte directamente en una opción complementaria a las actividades agropecuarias.
 2. Medianos (50 – 100 ha) – grandes (> 100 ha): deben asumir menores costos, lo que les permite tener mejor acceso a mercado y, por consiguiente, inversiones más seguras.
- ii. La cosecha de volumen comercial es similar a los años noventa; sin embargo, en la actualidad el 45% del volumen se queda en campo y no se logra comercializar.
 - iii. En cuanto a rentabilidad, el valor del bosque (VB) no logra superar o igualar el precio del bosque en el mercado (PB). Sin embargo, a partir del año 12, es un periodo factible para intervenir las unidades de manejo, ya que se logran rentas positivas.
 - iv. La rentabilidad del aprovechamiento maderable en bosque está por debajo de las actividades agropecuarias, e incluso por debajo del monto que se paga por PSA modalidad protección post cosecha.

c. Presiones por usos alternativos del suelo

- i. El paisaje está dominado por tres coberturas vegetales o usos del suelo:
 1. Agricultura: se desarrolla en poca área, pero que tiende al aumento. Es una actividad que está en proceso de optimización de la producción y tiene altas rentas por área.
 2. Ganadería: abarca grandes extensiones de terreno, pero sus rentabilidades son bajas.
 3. Plantaciones forestales: es la cobertura de menor área en la región, y posee rentabilidades intermedias
- ii. La ganadería y las plantaciones forestales, por su naturaleza, se convierten en potenciales aliados para el manejo forestal de bosque.
- iii. El aprovechamiento de madera en bosque natural se está desarrollando alejado del mercado, en áreas menores a 50 ha que obtienen las menores rentas, y en sitios de bajo costo de oportunidad. Esto es una evidencia del desplazamiento que está sufriendo la actividad; principalmente el pequeño productor.

- iv. La zona de altos costo de oportunidad (al sur) y de bajos costos de oportunidad (al centro-norte), son sitios a los cuales se les debe dar prioridad en las estrategias de posicionamiento del manejo forestal sostenible; además se debe comprender que sufren dinámicas distintas que conllevan abordajes diferenciados.

4. Desafíos y oportunidades en el corto plazo

Con el diagnóstico realizado, se establece una ruta crítica a seguir en el corto y mediano plazo. Estas acciones no requieren cambios radicales a nivel técnico, instrumental, legal ni institucional; sin embargo, quedará a consideración de los distintos entes y actores del sector forestal, del proceder para cada uno de ellos. Esta ruta se enmarca sobre los factores comunes que se lograron identificar y que están impactando sobre la rentabilidad. Se deben enfocar los esfuerzos en:

1. Lograr una mayor inclusión de productores y dueños de bosque con baja capacidad de liquidez.
2. Evitar que los dueños de bosque asuman los costos por viabilidad ambiental; o eliminar esta etapa dentro de los requisitos para operar dentro del bosque.
3. Eliminar o reducir costos de formalización del permiso; logrando que la regulación sea flexible y que los entes competentes tengan una capacidad de respuesta mucho mayor y eficiente.
4. Mejorar el rendimiento en la cosecha; disminuyendo el porcentaje de merma al mínimo.
5. Permitir el pago de PSA durante todo el ciclo de corta, para aquellas unidades de bosque que realizaron cosecha de acuerdo Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Naturales: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Prácticas y Manual de Procedimientos.

5. Valoración general del panorama

El enfoque y planteamiento de la investigación, más allá de señalar las deficiencias del modelo de manejo forestal, debe tomarse como una alerta y como una guía de trabajo para los diferentes actores del sector forestal. A pesar de que los resultados no son alentadores (en comparación a otras actividades productivas), brinda evidencia empírica y actualizada del comportamiento de

la actividad; de los vacíos, las debilidades y las amenazas que enfrentan los bosques manejados. Al mismo tiempo, invita a canalizar los esfuerzos sobre aspectos puntuales que se tienen a la mano y aprovechar las oportunidades que brinda el contexto sobre el cual se desenvuelve el aprovechamiento forestal. Entendiendo estas dinámicas internas y las presiones externas, se tiene mejores recursos para tomar decisiones y con ello plantear los mecanismos de mejora que se adapten a las condiciones de los dueños de bosque; y con ello asegurar la conservación del ecosistema forestal en su conjunto.