

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN CIENCIAS FORESTALES

**VALORACIÓN DE LOS BIENES Y SERVICIOS DEL BOSQUE CON
BASE EN SU PRODUCTIVIDAD Y PERCEPCIÓN LOCAL DE LA
COMUNIDAD DE PIRO, PENÍNSULA DE OSA, COSTA RICA**

**Proyecto de graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias
Forestales con énfasis en Manejo Forestal**

JORGE ARTURO BALTODANO CASCANTE

Heredia, Costa Rica

Julio, 2021

Hojas miembros de tribunal

Proyecto de graduación presentado en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.

Tribunal examinador

Ph.D. Sergio Molina Murillo _____

Representante del Decanato de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

M.Sc. Ronny Villalobos Chacón _____

Representante de la Dirección de la Escuela Ciencias Ambientales

Dr. Albert Morera Beita _____

Tutor del Proyecto

M.Sc. Damián Sánchez Rodríguez _____

Lector del Proyecto

Ph.D. Álvaro Parada Gómez _____

Lector del Proyecto

Bach. Jorge Arturo Baltodano Cascante _____

Sustentante

Fecha _____

Resumen

Los bosques, a través de sus funciones, generan múltiples servicios que son indispensables para mantener la vida y a las sociedades en general, a estos se les conoce como servicios ecosistémicos (SE); pero, debido al crecimiento urbano y avance de la frontera agrícola, se ha ido eliminando el área de bosque, por lo cual ha disminuido la capacidad de los ecosistemas forestales de proveer bienes y servicios. La gestión forestal sostenible es una manera de garantizar que los bosques seguirán en pie a lo largo del tiempo, para poder suministrar estos servicios y así suplir las necesidades de las generaciones humanas. El presente trabajo pretende constituirse en una herramienta de consulta para generar conocimiento a los propietarios de bosque en la Península de Osa sobre el manejo forestal de los bosques, para generar empleo, mejorar las condiciones de vida de esta comunidad y disminuir la tala ilegal. Se trabajó en dos parcelas permanentes de 10 000 m² establecidas en bosques primarios de cima (BPC) y ladera (BPL) en el sector de Piro, entre la Reserva Forestal Golfo Dulce y el Corredor Biológico Osa, se identificó y midió el diámetro a la altura del pecho, la altura de los árboles y palmas para estimar la biomasa y el carbono (C) por medio de ecuaciones alométricas, además, se aplicó una encuesta para conocer la valoración y percepción social de los SE de la comunidad de Piro. Se encontró, con respecto a la madera, que existe una cantidad considerable de especies comerciales (64), que en su mayoría son maderas semiduras y duras, y el volumen comercial por encima del diámetro mínimo de corta (DMC) establecido para el país representó el 49% del volumen de BPC y el 46,5% en BPL. Con respecto a los almacenes de carbono, se estimó que BPL posee 183,6 Mg ha⁻¹ y BPC 163,8 Mg ha⁻¹. La familia con mayor aporte de carbono en ambas formaciones fue Moraceae, y la especie con mayores existencias de este elemento fue *Tapiria guianensis*. Dentro de la valoración social de los bienes y servicios que aportan estos bosques, se obtuvo que los servicios de provisión, los alimentos, la leña y la madera se consideraron los más importantes; en los de regulación, el secuestro y almacenamiento de carbono fue el de mayor relevancia para la población; y, por último, en los culturales, la recreación obtuvo la calificación más alta en ser considerada un servicio que brinda el bosque. En los escenarios económicos, con base en los indicadores financieros VAN, TIR y B/C, se obtuvo que el escenario de Venta de carbono + manejo forestal es el más rentable, el cual aportaría, con la venta de madera aserrada, más de 2,5 millones de colones por hectárea distribuidos en 10 años para BPC, y 1,9 millones de colones por hectárea en el mismo lapso para BPL.

Palabras claves: manejo forestal, servicios ecosistémicos, madera, almacenamiento de carbono, valoración social, escenarios económicos.

Abstract

The forests through his shows generate multiple services that are indispensable to maintain the life and to the societies in general, to these ecosystem services are known as services; But due to the urbane growth and advance of the agricultural frontier, you have gone away eliminating the area of forest and for as you have decreased the capability of the forestry ecosystems to supply goods and services. Sustainable forest management sustainable is a way to guarantee that forests will keep on foot to deliver it of the time, to be able to supply these services stops that way supplying the needs of the human generations. The present work intends to get constituted in a tool of consultation to generate knowledge to the proprietors of the forest at the Osa Peninsula on the forestry handling of the forests, stops generate jobs and improving the living conditions of this community and decreasing the illegal felling of trees. Worked to at two permanent 10 000's plots of land m^2 (100x100m) established at primary forests of the top (BPC) and slope (BPL) at Piro's sector between the Golfo Dulce Forest Reserve and the Osa Biological Corridor, you provided evidence of identity and you measured the diameter at the height of the chest and the height of the trees and palms stops at a later time estimating the biomass and the C employing allometric equations, besides an opinion poll to know the assessment and social perception was applicable of I know them of Piro's community. It was found with respect to wood, that there is a considerable number of commercial species (64), which are mostly semi-hard and hard woods, the commercial volume above the minimum felling diameter (DMC) established for the country, represented the 49% of the volume of BPC and 46.5% of BPL. We found regarding the carbon stores that the BPL possesses approximately 183.6 Mg ha^{-1} contents and BPC 163.8 Mg ha^{-1} , where the more important family in contents of carbon is Moraceae and the sort with bigger existences of carbon is *Tapiria guianensis*. It was obtained within the social assessment of the goods and services that they contribute these forests that the provision services, the foodstuff, the firewood, and the wood considered the most important themselves; In giving them regulation, kidnapping, and storage of carbon was the one belonging to bigger relevance for the population and finally in the cultural, the recreation obtained the higher grade in being considered a service that the forest offers. It was obtained at the cost-reducing presented scenes the fact that I drive the scene that cataloged like (sale of carbon + forest management) is the more profitable, as you would contribute with the sale of wood sawn over 2.5 million colons for hectare distributed in 10 years for BPC and of 1.9 million colons by hectare in the same lapse for BPL.

Keywords: forest management, ecosystem services, wood, storage of carbon, social assessment, economic scenarios.

Dedicatoria

A Dios por darme el don de la vida, todo lo que tengo y todo lo que soy.

A Dios y a la virgen, por su bendición, protección en mi vida y en todas las fases de este trabajo.

A mi madre Leila Cascante Navarro, por su amor, por guiarme por el buen camino y enseñarme los valores importantes para la vida, también por sus bendiciones y oraciones que siempre me acompañan.

A mi padre Jorge A. Baltodano Lawson, por la herencia genética, que trae consigo el amor por el campo agroforestal.

A mis hermanos Margie, Jordin, Flavio, Jarot, Nazareth y Ayline por el apoyo y por ser mis compañeros de miles de aventuras.

A mis abuelitos Ofelia (que ahora me mira desde el cielo) y Moisés por su gran afecto.

A mi tía Yannil un ángel y estrella que me cuida y me ve desde el cielo.

Agradecimientos

A Dios todopoderoso que me llena de salud, sabiduría y de perseverancia para poder culminar esta parte de mis sueños.

Al estimado Dr. Albert Morera Beita (el profe Albert), por su gran apoyo académico como tutor y profesor, por el acompañamiento logístico y financiero para la realización de este trabajo, por la oportunidad de trabajar bajo su tutela en el monitoreo de bosques naturales y creer en mi investigación en pro del manejo forestal.

Al estimado M.Sc. Damián Sánchez Rodríguez, por su guía y compromiso como lector, por sus valiosos aportes y contundentes observaciones en la elaboración de esta investigación, además, por su acompañamiento en los diversos trabajos de campo.

Al Ph.D. Álvaro Parada Gómez, por sus valiosas observaciones y acompañamiento como lector, a pesar de su carga de responsabilidades.

A mi colega Ing. Javier Rodríguez González, por compartir trabajo de campo y por su aporte en la toma de datos para la presente investigación.

A mi novia, compañera y amiga Aislinn Hernández Martínez, por su amor, gran apoyo y comprensión. También por motivarme para continuar y concluir esta investigación.

Al Laboratorio de Dinámica y Restauración de Ecosistemas, por ser el centro base para poder realizar mis trabajos de investigación y el punto de encuentro para crecer en el mundo de las ciencias forestales.

A la Vicerrectoría de Investigación, que a través del Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Estudiantiles en la Investigación (FOCAES), me seleccionó, y financió parte de mi trabajo de investigación.

Índice General

1. Introducción.....	13
2. Justificación.....	14
3. Objetivos.....	15
3.1 Objetivo general.....	15
3.2 Objetivos específicos.....	15
4. Marco Teórico.....	16
4.1 Manejo forestal.....	16
4.2 Servicios ecosistémicos.....	17
4.3 Antecedentes sobre servicios ecosistémicos en Costa Rica.....	18
4.4 Almacenamiento de carbono y los recursos forestales.....	19
4.5 Indicadores financieros.....	19
5. Metodología.....	20
5.1 Contexto socioeconómico de la Península de Osa.....	20
5.2 Caracterización del área de estudio.....	21
5.3 Fase I. Cuantificación de los servicios ecosistémicos de madera y captura de carbono	22
5.3.1 Selección de los servicios ecosistémicos.....	23
5.3.2 Cuantificación de madera.....	23
5.3.2.1 Categorías comerciales.....	23
5.3.2.2 Volumen comercial.....	24
5.3.3 Cuantificación de carbono.....	24
5.3.3.1 Estimación de la biomasa aérea por métodos indirectos.....	24
5.3.3.2 Estimación de la biomasa del sistema radicular por métodos indirectos.....	25
5.3.3.3 Cálculo del contenido de carbono en la biomasa.....	25
5.3.3.4 Conversión de carbono a dióxido de carbono.....	26
5.4 Fase II. Percepción comunitaria sobre los servicios ecosistémicos.....	26
5.4.1 Recolección de información socioeconómica secundaria.....	26
5.4.2 Instrumento de recolección de la información.....	27
5.4.3 Población de estudio.....	27
5.5 Fase III. Proyección de escenarios.....	28
5.5.1 Componentes para los escenarios.....	29
5.5.1.1 Pago de servicios ambientales (PSA).....	29

5.5.1.1.1	Protección de bosque y recurso hídrico	29
5.5.1.1.2	Protección postcosecha.....	30
5.5.1.2	Mercado de Carbono	31
5.5.1.3	Manejo Forestal.....	31
5.5.1.3.1	Volumen aprovechable	31
5.5.1.3.2	Precios de la madera	32
5.5.2	Cálculo de las proyecciones.....	32
5.5.2.1	Indicadores de rentabilidad	32
6.	Resultados y Discusión.....	34
6.1	Cuantificación de madera y carbono.....	34
6.1.1	Volumen comercial y densidad de la madera	34
6.1.2	Biomasa y carbono.....	39
6.1.2.1	El carbono en la flora presente.....	43
6.2	Percepción y valoración social de los servicios ecosistémicos	47
6.2.1	Formación y oportunidades de las personas entrevistadas	47
6.2.2	Valoración social del bosque y los servicios ecosistémicos	49
6.2.3	Valoración social de los servicios de provisión.....	51
6.2.4	Valoración social de los servicios de regulación y soporte	53
6.2.5	Valoración social de los servicios culturales	54
6.2.6	Valoración social de la madera y el carbono	55
6.2.6.1	Valoración de la madera.....	55
6.2.6.2	Percepción social sobre el carbono	58
6.3	Escenarios económicos	59
6.3.1	Pago de servicios ambientales	59
6.3.1.1	Protección de bosque y recurso hídrico	59
6.3.2	Venta de carbono	63
6.3.3	Manejo forestal	66
6.3.4	Manejo forestal + pago de servicios ambientales	68
6.3.4.1	Protección de bosque post cosecha	68
6.3.5	Venta de carbono + manejo forestal	70
7.	Conclusiones.....	73
8.	Recomendaciones	75
9.	Referencias	77

10. Apéndices	94
11. Anexos	100

Índice de cuadros

Cuadro 1. Clasificación y definición de los servicios ecosistémicos.	18
Cuadro 2. Usos del suelo en el cantón de Golfito.....	21
Cuadro 3. Categorías comerciales de las especies presentes en Piro, Península de Osa, Costa Rica.	23
Cuadro 4. Clasificación de la densidad de la madera de las especies comerciales presentes en Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	24
Cuadro 5. Montos en colones por hectárea establecidos por FONAFIFO para PSA de protección de bosque y recurso hídrico 2019.	29
Cuadro 6. Escenarios para protección de bosque y recurso hídrico considerando un 32% de áreas boscosas dentro de las fincas.	30
Cuadro 7. Distribución de los pagos en colones de PSA para protección de bosque post cosecha 2019.	30
Cuadro 8. Escenarios para protección postcosecha, considerando un 32% de áreas boscosas dentro de las fincas.	31
Cuadro 9. Distribución de volumen a la altura comercial por categorías para BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	35
Cuadro 10. Características y usos potenciales para las especies forestales que superan el DMC en Piro, Península de Osa, Costa Rica.	37
Cuadro 11. Contenidos de carbono para las 10 especies con mayor contenido de carbono en BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	46
Cuadro 12. Percepción local sobre la importancia de los bosques, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	50
Cuadro 13. Valoración y reconocimiento de los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	54
Cuadro 14. Justificación de la importancia de la madera de acuerdo con la percepción de los encuestados, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	56
Cuadro 15. Rentabilidad de una hectárea de bosque sometida a PSA para las modalidades de protección de bosque y recurso hídrico con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.	60
Cuadro 16. Rentabilidad de PSA para las modalidades de protección de bosque y recurso hídrico con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.	61
Cuadro 17. Estructura de costos modificada de Plan Vivo para el escenario de venta de carbono, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	64
Cuadro 18. Valoración económica de las existencias de carbono en BPC y BPL en USD\$ y moneda nacional.	65
Cuadro 19. Estructura de costos básica para aprovechamiento forestal potencial en Piro, península de Osa, Costa Rica, 2019.....	67
Cuadro 20. Distribución por clase diamétrica de los ingresos netos potenciales de la venta de la madera en troza y aserrada en BPC Y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	67

Cuadro 21. Rentabilidad de una hectárea de bosque en PSA para las modalidades de protección de bosque postcosecha con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.....	69
Cuadro 22. Rentabilidad de PSA para la modalidad de protección de bosque postcosecha con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.....	69
Cuadro 23. Ingresos potenciales en colones del manejo forestal y el pago de servicios ambientales por hectárea.....	70
Cuadro 24. Ingresos potenciales en colones de la venta de carbono y el aprovechamiento forestal por hectárea.....	70
Cuadro 25. Indicadores financieros por hectárea, para los cinco escenarios económicos propuestos para un período de 10 años, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	72

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del área de estudio en Piro, Península de Osa, Costa Rica.	22
Figura 2. Radio de aplicación de encuesta, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	28
Figura 3. Escenarios económicos propuestos y desarrollados en el proyecto de investigación, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	28
Figura 4. Volumen comercial distribuido por clase diamétrica para la categoría ACTCOM, Piro, Península de Osa, Costa Rica.	36
Figura 5. Volumen comercial según densidad de la madera para el BPC y el BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	38
Figura 6. Contenidos de carbono en Biomasa aérea y subterránea en BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	41
Figura 7. Familias botánicas con mayor contenido de carbono en los ecosistemas de BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	44
Figura 8. Nivel educativo de las personas encuestadas en Piro, Península de Osa, Costa Rica.	48
Figura 9. Clasificación de la intensidad de uso de los bienes y servicios (SE de provisión) del bosque por parte de los pobladores de Piro, Península de Osa, Costa Rica. Intensidad se refiere a cuanto se utiliza o necesita cada bien (mucho 9; regularmente 8; ocasionalmente 7; de repente 6; nunca 5).	52
Figura 10. Reconocimiento y valoración (%) de los servicios culturales en Piro, Península de Osa, Costa Rica.....	54
Figura 11. Principales usos que se le da a la madera por parte de los encuestados en Piro, Península de Osa, Costa Rica.	57
Figura 12. Percepción y conocimiento sobre carbono y cambio climático por parte de los pobladores locales de Piro, Península de Osa, Costa Rica.	58
Figura 13. Zona de importancia hídrica en la Península de Osa establecida por FONAFIFO para pago por servicios ambientales 2019.	62
Figura 14. Área de contratos PSA otorgados para el periodo 2011- 2018, en la zona de Piro, Península de Osa, Costa Rica.	63

Apéndices

Apéndice 1. Cuestionario semiestructurado aplicado en Piro, Península de Osa, Costa Rica, 2019.	94
--	----

Lista de acrónimos

ACOSA: Área de Conservación Osa

ACTCOM: Actualmente Comercial

APR AS: Aprovechamiento en Aserrío

APR TR: Aprovechamiento en Troza

BC: Beneficio Costo

BA: Biomasa Aérea

BS: Biomasa Subterránea

BPC: Bosque Primario de Cima

BPL: Bosque: Primario de Ladera

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CIAGRO: Colegio de Ingenieros agrónomos

PSA: Pago por Servicios Ambientales

CBO: Corredor Biológico Osa

CDB: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal de México

C: Carbono

CO₂: Dióxido de Carbono

DAP: Diámetro a la Altura del Pecho

DMC: Diámetro Mínimo de Corta

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

FONAFIFO: Fondo Nacional de Financiamiento Forestal

IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura

INA: Instituto Nacional de Aprendizaje

INDER: Instituto de Desarrollo Rural

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos
IPCC: Panel intergubernamental de Cambio Climático
MEA: Evaluación de Ecosistemas del Milenio
MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica
MTSS: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social
NOMADE: No Maderable
ONF: Oficina Nacional Forestal
OET: Organización de Estudios Tropicales
PFNM: Productos Forestales No Maderables
PILA: Parque Internacional La Amistad
POTCOM: Potencialmente Comercial
PPM: Parcela Permanente de Muestreo
RF: Regente Forestal
RFGD: Reserva Forestal Golfo Dulce
SE: Servicios Ecosistémicos
SERFOR: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre de Perú
SERMARNAT: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México
SINAC: Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SNVAL: Sin Valor Comercial
TAA: Tribunal Ambiental Administrativo
TIR: Tasa Interna de Retorno
VAN: Valor Actual Neto

1. Introducción

Los bosques son importantes debido a que suministran bienes y servicios a la sociedad, sustentan los ciclos biológicos del planeta, conservan la biodiversidad, y proporcionan fuentes de ingreso y trabajo digno (Mery et al., 2009). Actualmente existen problemas para la buena administración de los recursos naturales debido al complejo desequilibrio en el aumento de la población y a la capacidad de estos recursos para satisfacer las necesidades de las personas. Los seres humanos han transformado el planeta a tasas muy aceleradas, en especial por el afán de satisfacer sus necesidades de agua y alimentos.

Según Balvanera y Cotler (2007), los bosques son ecosistemas de vital importancia para la humanidad, pero ésta no los ha reconocido o percibido de esa manera. Esto se refleja en la pérdida de los ecosistemas boscosos, en especial por el cambio de uso de suelo de estos a otros usos como: agrícolas, pecuarios, industriales e infraestructura, que, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO] (2016b), generan la destrucción anual de siete millones de hectáreas de bosques tropicales. La consecuencia más seria de la pérdida de bosques tropicales es la desaparición de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos que estos generan.

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre de Perú [SERFOR] (2015) menciona que, cuando se destruye la cobertura forestal, se pierde de manera parcial o completa la capacidad del ecosistema para proveer servicios, y, como consecuencia, se provoca la disminución del bienestar en la calidad de vida de la población local y de la sociedad en general. Por esta razón, el futuro de los bosques tropicales puede estar en la integración de sus diferentes fuentes de ingresos, tales como la madera, los productos forestales no maderables (PFNM) y los servicios ambientales, lo que haría que los bosques en pie sean económicamente más competitivos que otros usos del suelo (Klimas, Kainer, y de Oliveira, 2013). Lo anterior permitiría establecer estrategias de manejo forestal asociadas a la conservación de los recursos; ya que, según la Comisión Nacional Forestal de México [CONAFOR] (2015), la subsistencia y el desarrollo de toda sociedad dependen del aprovechamiento sustentable de sus recursos naturales.

No obstante, en Costa Rica es importante contar con información sobre los recursos forestales, de manera primordial en aquellas zonas donde las poblaciones poseen un contacto directo con el bosque y el uso de sus servicios ecosistémicos, como en el caso de la Península de Osa, ya que esto facilitaría la toma de decisiones en el manejo de estos ecosistemas de gran importancia forestal, para que con ello exista una herramienta que permita que se beneficien los propietarios de los bosques y las comunidades cercanas de manera sostenible, y también se genere más conocimiento para los mismos, debido a que la mayoría de empleos que genera el sector forestal se encuentra en zonas rurales (Hernández et al., 2014), y que, de acuerdo con la FAO (2018), las zonas con mayor cobertura forestal poseen menor número de habitantes, pero registran las tasas de pobreza más altas.

2. Justificación

Ante la creciente necesidad de asegurar el uso sostenible de los ecosistemas forestales de la comunidad de Piro, y que a través de esto se beneficien sus pobladores, surgen los esfuerzos que realiza el Laboratorio de Dinámica y Restauración de Ecosistemas en la investigación de los bosques para generar un valor agregado y fomentar espacios de conocimiento que permitan el desarrollo integral de las comunidades rurales que habitan cerca de ellos, y, de esta manera, se propicie un incentivo económico con el uso de estos.

Sin embargo, uno de los mayores problemas que enfrentan las comunidades rurales de la región es el de sobrevivir día tras día, esto por razones varias, como la escasez de empleo o las pocas posibilidades para el mercadeo de los productos que son capaces de producir en estos sitios (Jiménez y Solís, 2000). Estos factores contribuyen a la degradación de los bosques de la zona, donde no se desean cubrir los costos del manejo forestal y se incurre en actividades ilegales como la tala sin permisos y la caza de animales silvestres para poder subsistir (Tribunal Ambiental Administrativo [TAA], 2012).

Muchos de los pobladores rurales reconocen la importancia de la conservación de los bosques; pero, si existen problemas de sustento, se hace difícil, al contar con un recurso y no poder hacer algún tipo de uso del mismo (Jiménez y Solís, 2000). Otro de los problemas que menciona la Oficina Nacional Forestal [ONF] (2013), es que el sector forestal ha sufrido con el exceso de trámites, supervisiones e inspecciones, más conocido como la veda administrativa, donde el

trabajo de los regentes, en muchas ocasiones, no es válido en las oficinas regionales, lo que significa una desacreditación de estos y que el proceso para la aprobación de un plan de manejo se haga lento y con muy pocas aprobaciones, limitándose el manejo forestal del bosque natural. En el presente trabajo se realizará un aporte mediante la caracterización de los ecosistemas de bosque sobre su capacidad de proveer madera y almacenar carbono; que son los dos servicios ecosistémicos que presentan un mercado establecido o en proceso de desarrollo. También, el conocimiento de los servicios ecosistémicos (madera y captura de carbono), que están vinculados directamente en la regulación del clima y cambio climático, puede incidir en la forma como esas personas manejen sus ecosistemas.

A través del manejo forestal sostenible, se pueden generar alternativas que mejoren los medios de vida de las poblaciones rurales (FAO, 2014). Con los servicios ecosistémicos que brindan los bosques se debe propiciar el desarrollo sostenible de forma integral con el uso de estos recursos, ya que se reconoce que los bosques, bajo algún tipo de manejo, tienen la posibilidad de producir ingresos económicos y conservarse a través del tiempo (FAO, 2016a). Por lo cual, es de relevancia la inclusión de las personas que viven cerca de los ecosistemas, esto permitirá lograr una gestión eficiente y sostenible de los recursos forestales del país.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Valorar las oportunidades del manejo forestal con base en la productividad del ecosistema y la percepción de la comunidad sobre los servicios ecosistémicos, como medio inclusivo de la población de Piro, Península de Osa, Costa Rica.

3.2 Objetivos específicos

1. Realizar una caracterización de los bosques primarios en función de los servicios ecosistémicos de madera y carbono para conocer la productividad del ecosistema.
2. Evaluar la percepción de la comunidad local, sobre los bienes y servicios que brindan los bosques, para conocer su relevancia en la población.
3. Realizar una proyección económica de los posibles escenarios en el marco del manejo forestal en la zona de estudio, el cual sirva como una alternativa económica en la comunidad local.

4. Marco Teórico

El medio ambiente sostiene la vida sobre el planeta, este mismo provee, a través de servicios o beneficios, los recursos necesarios para la sobrevivencia. El ser humano, a lo largo del tiempo, ha estado relacionado o ha dependido en gran medida de los ecosistemas, por esta razón, la Millennium Ecosystem Assessment [MEA] (2005) estableció que el impacto que se genera en los ecosistemas por parte de las actividades humanas está reduciendo su capacidad de sostener la vida humana. Esta dependencia del ser humano con la naturaleza se observa de forma más notable en los habitantes de las comunidades rurales, donde estos dependen estrechamente de los servicios que les aporta su medio ambiente (Aguilera-Taylor, Corzo, Muñoz-Castro y López-Hoffman, 2007).

4.1 Manejo forestal

Para Montes (2014), el manejo sostenible del bosque busca garantizar la provisión de los servicios que produce dicho ecosistema, y, a la vez, que se faciliten actividades económicas para las poblaciones cercanas. Al considerarse un bosque como un sistema complejo que necesita un manejo integral, este tendrá una mayor capacidad de proveer sus servicios ecosistémicos. Por lo tanto, el manejo forestal se define como la administración y el uso del bosque y las tierras de vocación forestal sin causar daños a los mismos, de manera que estos conserven sus funciones ecológicas, económicas y sociales a lo largo del tiempo (Orozco, Quirós, y CATIE, 2006; Rendón, Martínez y Pérez, 2014).

El manejo forestal es una actividad importante, más aún si se realiza con un enfoque de uso múltiple, debido a que este manejo contribuye a una alternativa que integra a todos los elementos del bosque, como recursos forestales maderables y no maderables (ambos son parte de los servicios ecosistémicos) (Nasi, Billand y Vanvliet, 2013).

La FAO (2014) menciona que los bosques bien gestionados mejoran los medios de vida que necesitan las poblaciones. Asimismo, Corneed (2010) indica que, en áreas rurales, el manejo forestal se observa de manera atractiva, al proporcionar una alternativa de trabajo y renta, con lo que se evita la degradación del ambiente a través de su implementación.

4.2 Servicios ecosistémicos

Los Servicios Ecosistémicos (SE) pueden definirse como todos aquellos beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas, los cuales son esenciales para la conservación del medio ambiente, la sociedad humana y la economía (MEA, 2005; Boyd y Banzhaf , 2007; Guarín y Hotz, 2015).

Cuando se les asignan valores económicos a los servicios ecosistémicos, estos pasan a llamarse servicios ambientales. La dependencia humana de estos servicios plantea la necesidad de conservarlos teniendo como orientación el uso sustentable de los mismos (Andrade, 2010), pero, al mismo tiempo, existen múltiples efectos negativos de las actividades humanas, en la capacidad de los ecosistemas de funcionar correctamente y mantener la provisión de estos servicios; estas actividades tienen un alto costo, aunque no sea evidente de forma económica (Abouhamad et al., 2017).

La CONAFOR (2015) establece que la naturaleza y su conservación son pilares del desarrollo sustentable. El asegurar la provisión y flujo de los SE de los bosques asegurará la sobrevivencia y calidad de vida de las personas. Existen varias formas de clasificar a los SE (Cuadro 1); la forma más común es dividirlos en bienes y servicios, donde se destaca la diferencia entre lo que se consume, esto se considera tangible; y aquello de lo cual se obtienen beneficios, lo cual es difícil de valorar y se considera intangible (Duque y Quintero, 2008).

Cuadro 1. Clasificación y definición de los servicios ecosistémicos.

Servicios ecosistémicos	Descripción
Servicios de provisión	Estos son bienes tangibles, fáciles de reconocer, llamados recursos naturales o bienes. En esta categoría se incluyen: alimentos, agua, madera y fibras. Tales servicios proporcionan el sustento a la vida humana (Balvanera y Cotler, 2009).
Servicios de regulación	Son los que incluyen los procesos ecosistémicos que ocurren dentro del mismo ecosistema y sirven para regular las condiciones ambientales para que el ser humano realice sus actividades (Balvanera, 2012; Corredor, Fonseca y Páez, 2012)
Servicio de soporte	Según Camacho y Ruíz (2012), son necesarios para que se dé la producción y flujo de los demás SE. Se consideran servicios de sustento a los procesos ecológicos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas (MEA, 2005).
Servicios culturales	Según Hernández, Avilés y Almendarez (2012), a estos servicios se les llama culturales y se definen como beneficios intangibles que las personas obtienen del ecosistema. Los beneficios espirituales, recreativos y educacionales se encuentran dentro de esta categoría (MEA, 2005).

4.3 Antecedentes sobre servicios ecosistémicos en Costa Rica

En Costa Rica, la ley forestal 7575 de 1996 (Asamblea Legislativa, 2011) define los servicios ambientales (valor económico) que aportan los bosques y las plantaciones forestales. Estos servicios son: mitigación de gases de efecto invernadero, protección del recurso hídrico, protección de la biodiversidad y belleza escénica. De esta manera se establece el esquema de Pago de Servicios Ambientales (PSA).

La investigación sobre SE realizada por Leguía, Locatelli, Imbach, Pérez, y Vignola (2008), sobre SE, establece que la importancia de los ecosistemas forestales depende de los servicios que estos producen y del aprovechamiento que se dé por parte de la sociedad. Por su parte, Acevedo (2012) encontró en la Cuenca de Río Frío, que los SE como: el acervo genético, agua, belleza escénica, ecoturismo, purificación de aire y regulación hídrica son prioritarios y de suma importancia según los habitantes de esa región del país.

4.4 Almacenamiento de carbono y los recursos forestales

El SE de captura de carbono consiste en el proceso de fijación natural del carbono atmosférico, el cual se genera a través de la fotosíntesis, donde se produce un aumento en la biomasa de las especies de flora en la medida que estas crecen, en especial en la vegetación arbórea (López, 2015). Según Álvarez, García, Krasilnikov y García (2013), es necesario cuantificar los almacenes de C en los bosques, al entender las interacciones bióticas y abióticas de los mismos, se puede estudiar su capacidad para proveer servicios. Así pues, el almacenamiento de C es un servicio valioso que brindan los bosques al planeta, disminuyendo las concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera (Pardos, 2010).

Los recursos forestales forman parte de los recursos naturales, entre ellos se encuentra la vegetación forestal, los productos (madera) y residuos que se obtienen de ella (Orozco et al., 2006). Investigadores como Fantini y Siminski (2016) mencionan que, en el bosque tropical, existe una rica diversidad vegetal para realizar la producción de PFNM, y, al mismo tiempo, los ecosistemas continuarán produciendo SE. Algunos de los recursos forestales que pueden brindar los bosques son: madera, frutos, semillas, hongos, proteína animal, forrajes, fibras, resinas, plantas medicinales y económicas, miel, entre otros.

4.5 Indicadores financieros

Estos indicadores son una herramienta que permite evaluar financieramente a una empresa o proyecto para aproximarse al valor de estos y a sus perspectivas económicas, también miden el nivel de efectividad y control de costos en la operación, e igualmente permiten generar ideas sobre el retorno de la inversión o inversiones realizadas (Morelos, Fontalvo y de la Hoz, 2012). Cuando se realiza la evaluación de un proyecto, este se asocia a indicadores como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C), (Andía, 2014).

El VAN se define como el beneficio que se obtiene en un determinado proyecto una vez descontados los costos de financiamiento y pagada la inversión inicial, o expresándose como la diferencia entre los ingresos y egresos periódicos (Chavarría, 2001; Mete, 2014). Si este valor es positivo, significa ganancias; y, si es negativo, significa pérdidas. La TIR se define como la tasa que iguala el valor presente entre los ingresos y egresos, o en la que el VAN es igual a cero (Guzmán et al., 2009; Mete, 2014). Por su parte, la (B/C) es la relación que compara de forma

directa y exhaustiva los beneficios y los costos de un proyecto para determinar su viabilidad (Ortega, 2012).

5. Metodología

5.1 Contexto socioeconómico de la Península de Osa

La Península de Osa posee dos realidades distintas, por un lado, es una zona de alta riqueza biológica, y, por otro, es una de las regiones más pobres y menos pobladas del país (Driscoll, Hunt, Honey y Durham, 2011).

En la parte social, Pujol (2008) menciona que los cantones de Osa y Golfito presentan una elevada condición de desempleo, actividades productivas como la planta aceitera y el arroz necesitan mano de obra limitada, y actividades como el turismo pueden ser una fuente importante de empleo y de desarrollo, pero no deberían ser la única. Se requiere generar opciones para diversificar la economía de la región, donde el manejo forestal sostenible puede presentarse como una alternativa de desarrollo económico ante esta problemática, lo que ofrecería oportunidades de generación de empleo y un mayor arraigo a un recurso que genera sustento en las poblaciones locales.

El territorio que comprende la Península de Osa está conformado por tres distritos que corresponden a Bahía Ballena, Sierpe (Osa) y Puerto Jiménez (Golfito). De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] (2012), esta posee una población de 16 300 habitantes. Según el INEC (2012), el 6.9% de la población menor de 5 años asiste a la guardería, materno o kínder, y el 0.7% de la población mayor a 65 años o más asiste a un centro diurno, las poblaciones donde hay un mayor problema de educación se encuentran en los distritos de Sierpe y Bahía Ballena. La región cuenta con una población empleada de aproximadamente 4 409 habitantes, donde el mayor porcentaje corresponde a individuos del sexo masculino (74,6%) y, en menor proporción, la ocupación femenina (25,4%), (INEC, 2012). En esta región existen muy pocas fuentes de empleo, lo que ha provocado la migración de los pobladores a las regiones más urbanas del país.

A pesar del impulso comercial, turístico e inmobiliario, los cantones de Osa y Golfito todavía concentran una parte importante de su fuerza laboral en el sector primario; 24% en el caso de Golfito y 28% en el caso de Osa (Román y Angulo, 2013). Las actividades en el área de investigación son necesarias para tener un panorama más claro de por qué es pertinente generar

alternativas económicas. De acuerdo con Amador (2016), la fuerza laboral realiza su trabajo dentro o fuera de su cantón de residencia, ya que la economía en los cantones vecinos es superior al que reside. En lo que respecta al uso de la tierra, según el Censo Agropecuario realizado por INEC (2015), el cantón de Golfito tiene 1 218 fincas, que corresponden a 45 636 hectáreas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Usos del suelo en el cantón de Golfito.

Uso Golfito	Extensión (ha)
Tierras Labranza	5 322
Cultivos permanentes	9 869
Pastos	14 885
Bosques	14 653
Otros	909
Total	45 636

Fuente: adaptado de Amador 2016

5.2 Caracterización del área de estudio

El trabajo se realizó en la Reserva Forestal Golfo Dulce (RFGD) y el Corredor Biológico Osa (CBO), específicamente en el sector de Piro, Península de Osa (Figura 1), el cual se encuentra situado al suroeste de Costa Rica, en la Provincia de Puntarenas, dentro de los cantones de Golfito y Osa, entre los distritos Sierpe y Drake (Osa) y Puerto Jiménez (Golfito), (Guerrero-Rodríguez, 2016). El CBO interconecta diferentes ecosistemas del bosque lluvioso, manglares y bosques nubosos, al mismo tiempo, crea una conexión entre la Península de Osa y el Parque Internacional La Amistad (PILA), (Barquero et al., 2009).

Esta región del país presenta condiciones climáticas de clima tropical muy húmedo, con precipitaciones anuales que varían entre los 2500mm y 6000mm, dependiendo del lugar. La temperatura promedio anual oscila entre los 25-27 °C en las zonas bajas y entre los 21-23°C en las partes montañosas (Cornejo, Mori, Aguilar, Stevens, y Douwes, 2012).

Los suelos que caracterizan a la región son los ultisoles rojizos, los cuales presentan una alta acidez, malos drenajes y baja fertilidad (Rosero, Maldonado y Bonilla, 2002). La topografía es irregular, con sectores planos donde existen humedales, al ser una región muy lluviosa. Su punto más alto se encuentra a 782 msnm (Mansour, 1995). Conjuntamente, esta región posee cinco de las zonas de vida de Holdridge, estas son: bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque muy húmedo premontano, bosque pluvial premontano y bosque pluvial

montano bajo, siendo una zona de alta diversidad de especies endémicas (Pereira y Barrantes, 2009).

En cuanto a la caracterización de los servicios ecosistémicos, las formaciones vegetales estudiadas fueron seleccionadas según los criterios expuestos por Morera (2013), tomando en cuenta aspectos como fisiografía, estado de madurez y accesibilidad. A continuación, se describen las formaciones vegetales: *Bosque primario de cima* (BPC): bosque maduro, su fisiografía está asociada a los sitios más altos de la montaña, cordillera o punto de expresión máxima en cuanto a la altitud del terreno. *Bosque primario de ladera* (BPL): bosque maduro que presenta algún grado de pendiente y cuya extensión se encuentra a lo largo de la ladera de la montaña.

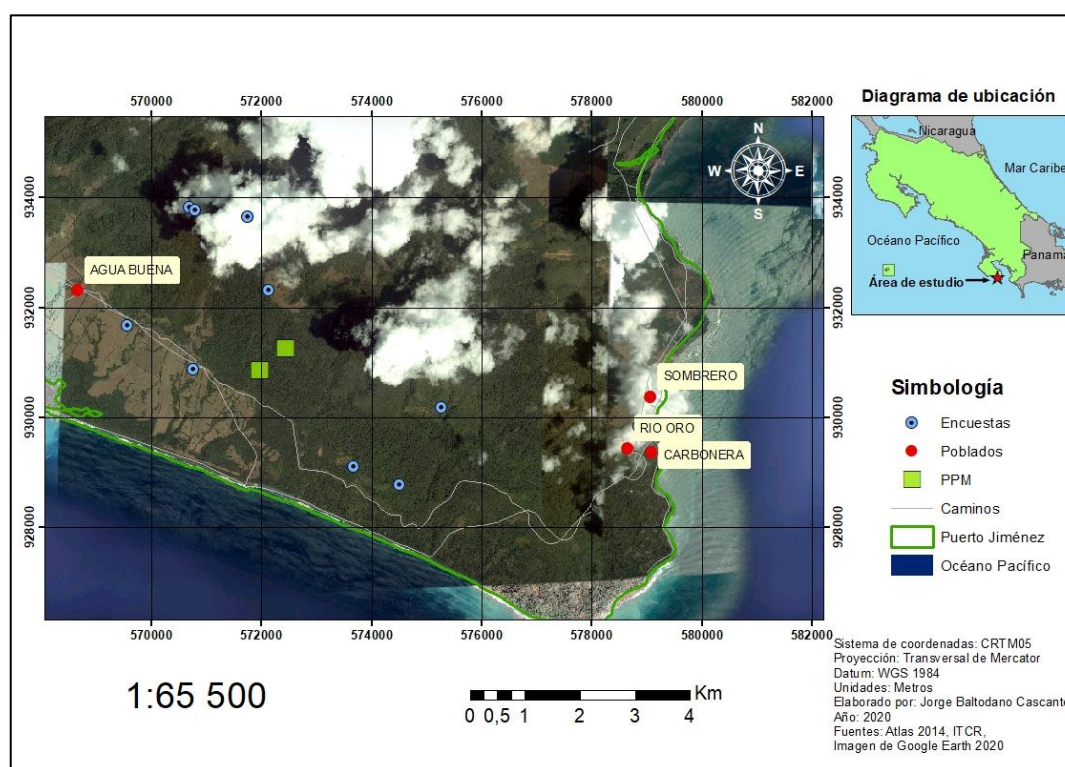


Figura 1. Ubicación del área de estudio en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

5.3 Fase I. Cuantificación de los servicios ecosistémicos de madera y captura de carbono

La caracterización de los bosques de estudio se basó técnicamente en la cuantificación de la madera y el carbono por lo cual esta fase se subdividió en tres etapas, que abarcó desde la selección de los dos servicios ecosistémicos, la recolección de variables dasométricas, hasta la estimación en existencias de cada uno de estos servicios ecosistémicos.

5.3.1 Selección de los servicios ecosistémicos

Para el presente trabajo se seleccionaron dos Servicios ecosistémicos (SE), uno de la categoría de provisión (madera) y otro de la categoría de regulación (carbono). Debido a que el interés por los SE y los servicios que se derivan de los bosques tropicales en particular es reciente (1997), de acuerdo con la MEA (2005), la mayoría de los servicios no tienen un mercado claramente definido.

Para la recolección de información sobre el recurso forestal maderable, se registraron los datos de dos parcelas permanentes de 10 000 m², éstas tienen forma cuadrada y están ubicadas en los bosques de cima y ladera, esto con el fin de facilitar el registro y recopilación de los datos de los individuos que componen el ecosistema. Cada parcela se encuentra dividida en subparcelas de 10 x 10 m y se encuentra demarcada. Dentro de cada parcela se procedió a la identificación de especies y a la medición de todos los árboles y palmas con diámetros $10 \leq \text{cm DAP}$ (diámetro a la altura del pecho) a los 1,30 m de altura por encima del suelo con la ayuda de una cinta diamétrica, Así mismo, se midió la altura total y comercial de los individuos con el hipsómetro Vertex IV y transponder de Haglof.

5.3.2 Cuantificación de madera

5.3.2.1 Categorías comerciales

Se efectuó una categorización de las especies presentes en las parcelas permanentes de muestreo (PPM) (Cuadro 3), tomándose como referencia la clasificación establecida por Manzanero (1999), esto con el fin de definirles una categoría comercial a los individuos.

Cuadro 3. Categorías comerciales de las especies presentes en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Categoría comercial	Código
Actualmente comercial	ACTCOM
Potencialmente comercial	POTCOM
No maderable (palmas)	NOMADE
Sin valor comercial	SNVAL

Fuente: Manzanero, 1999

Posteriormente, se estableció una clasificación de la calidad de su madera (Cuadro 4). Para definir la densidad de la madera de las especies se utilizó la base de datos de Zanne et al. (2009), en el caso de las especies que no contaban con la densidad específica, se le asignó el promedio a nivel de género. Se entenderá como especies actualmente comerciales a las especies que se comercializan en el sector forestal costarricense, y potenciales a las que poseen característica en su madera que las puede convertir en comerciales a futuro para el proceso de aserrío.

Cuadro 4. Clasificación de la densidad de la madera de las especies comerciales presentes en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Densidad de la madera (g/cm ³)	Terminología
≤ 0,30	Suave
≥ 0,30 ≤ 0,50	Semidura
> 0,50	Dura

Adaptado de Carpio, 2003

5.3.2.2 Volumen comercial

Se estimó el volumen comercial de las especies comerciales mediante la siguiente fórmula;

$$V_c: \frac{\pi}{4} * (DAP)^2 * H_c * F_f$$

Donde:

V_c: volumen comercial (m³).

DAP: diámetro a la altura del pecho (m).

H_c: altura comercial (m).

F_f: factor de forma (0,7) para bosques húmedos tropicales (Barrios et al., 2007).

5.3.3 Cuantificación de carbono

5.3.3.1 Estimación de la biomasa aérea por métodos indirectos

En el caso de los árboles, se ha comprobado que en gran parte de las investigaciones se utiliza el diámetro como variable predictora de la biomasa. No obstante, autores como Chave et al. (2005), Chou y Gutiérrez-Espeleta (2013) señalan la importancia de utilizar la altura y la

densidad de la madera en los modelos para la estimación de carbono (C), en este trabajo se estimó utilizando el modelo desarrollado por Chave et al. (2014), que es el que mejor se ajusta a las condiciones del área de estudio, este se expresa de la siguiente manera:

$$BA = 0,0673 * (De * DAP^2 * H)^{0,976}$$

Donde:

BA: biomasa aérea (Kg/ind.).

De: densidad de la madera (g/cm³).

DAP: diámetro a la altura del pecho (cm).

H: altura total (m).

5.3.3.2 Estimación de la biomasa del sistema radicular por métodos indirectos

Para estimar la biomasa radicular se utilizó la ecuación propuesta por Cairns, Brown, Helmer y Baumgardner (1997), esta es de carácter general y es recomendada por el Intergovernmental Panel on Climate Change [PCC], (2006a). Según Mosquera et al. (2016), las raíces son componentes fundamentales en el balance del carbono de los bosques húmedos tropicales, pues representan entre 30 y 40% de la productividad primaria neta y pueden llegar a contener hasta un 22% de la biomasa total del bosque.

$$Br = \exp(\gamma + \Omega \ln BA)$$

Donde:

Br: biomasa de raíces (Mg/ha).

γ : -1,0587.

Ω : 0,8836.

BA: biomasa aérea (Mg/ind.).

5.3.3.3 Cálculo del contenido de carbono en la biomasa

Para la conversión de la biomasa aérea y subterránea, se utilizó una Fracción de Carbono (FC) de 0,5 propuesta por el IPPC (2006b), este valor se tomó como referencia debido a que

investigadores como Saatchi et al. (2011), Jumbo-Salazar et al. (2017), Padmakumar et al. (2018) y Sivilisaca et al. (2018) utilizaron este valor como referencia para sus respectivos estudios.

$$C = BA * FC$$

Donde:

C: carbono.

BA: biomasa aérea.

FC: fracción de carbono (0,5).

5.3.3.4 Conversión de carbono a dióxido de carbono

Para expresar el carbono almacenado a términos de dióxido de carbono CO₂ se utilizó un factor de 3,67. Obtenida de la división del peso molecular de 44 del CO₂ entre el peso de la molécula del C, que es de 12 (Souza et al., 2011). Esta conversión se realizó debido a que este es el gas en el que se valora la fijación de carbono del bosque para proyectos de compensación de emisiones (Silveira, 2010).

5.4 Fase II. Percepción comunitaria sobre los servicios ecosistémicos

Esta fase consistió en evaluar la percepción local sobre los SE y el grado de importancia para la comunidad, por lo que fue necesario la búsqueda de información secundaria sobre las condiciones socioeconómicas del lugar, así como la aplicación de un instrumento (Encuesta) para obtener la información de la percepción sobre bienes y servicios del bosque.

5.4.1 Recolección de información socioeconómica secundaria

Se utilizó información secundaria generada por instituciones públicas como como el INEC, así como la generada por el Stanford Wood Institute Center for the Environment, para identificar datos relacionados con las características de la población de estudio como: nivel educativo, población económicamente activa, nivel de ingreso, así como datos del número aproximado de habitantes del sitio, con lo cual se identificó el número de núcleos familiares para obtener una muestra representativa de la población del lugar. Al ser la zona de Piro escasamente poblada, se decidió abarcar todos los núcleos familiares posibles y que fuesen representativos para este trabajo.

5.4.2 Instrumento de recolección de la información

Se elaboró una encuesta para realizar entrevistas de cómo la comunidad percibe los SE que brindan los bosques (Apéndice 1). La entrevista se dividió en dos partes: la primera se enfocó en preguntas generales, con las que se estableció la confianza inicial con los entrevistados, y se dio a conocer el contexto de la investigación; la segunda parte consistió en preguntas enfocadas a los SE, combinando preguntas abiertas, con lo cual tuvieron la oportunidad de expresar sus ideas, también se introdujeron algunas preguntas cerradas para que los mismos contestaran aspectos claves relacionados al enfoque del presente estudio. Asimismo, se incluyeron preguntas de identificación y valoración de intensidad de uso por parte de los habitantes, ya que, a mayor intensidad de uso, mayor será la valoración de bienestar por parte de estos. En este trabajo se realizó un total de 28 preguntas.

5.4.3 Población de estudio

La obtención de la información primaria se efectuó mediante un recorrido en un radio aproximado de 5 km de la zona de ubicación de las PPM, con lo cual se recorrió la línea de costa desde Agua Buena hasta el sector de la Carbonera (Figura 2). En total se realizaron nueve encuestas para obtener la percepción sobre SE de cada persona de la comunidad de Piro, cada una con una duración aproximada de entre 40 y 60 minutos, dependiendo de la información y la disposición del entrevistado. Las personas entrevistadas tuvieron que cumplir con el criterio de ser hombres o mujeres mayores de 18 años jefes de hogar.

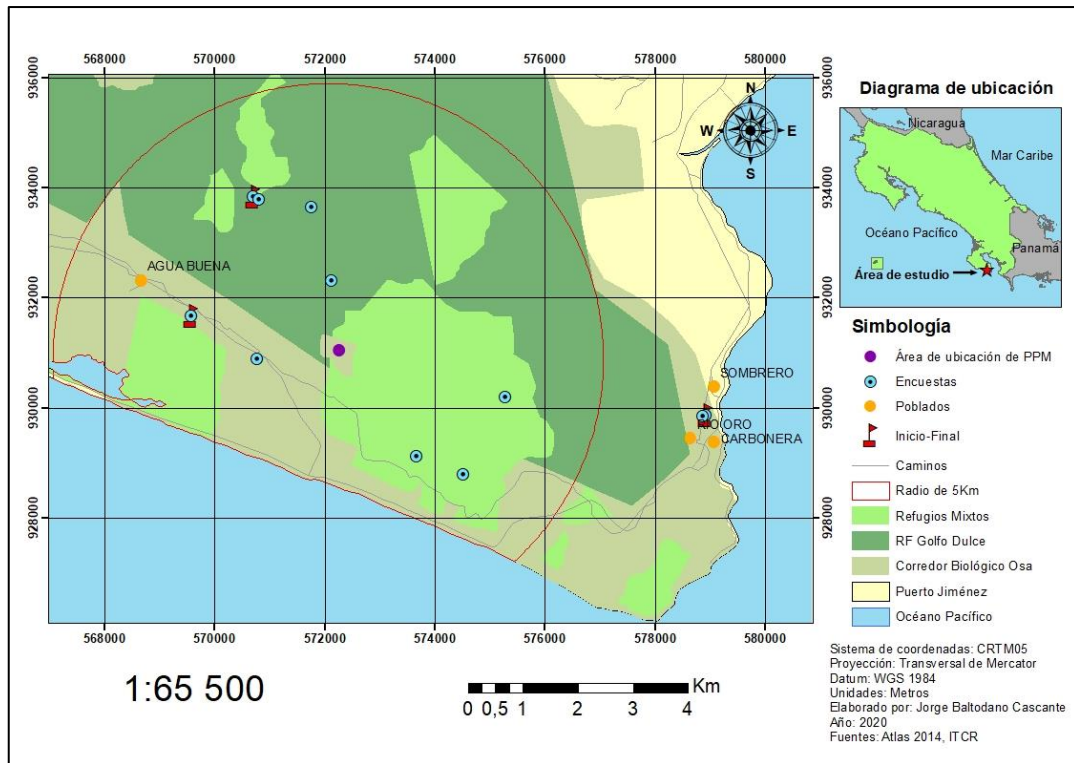


Figura 2. Radio de aplicación de encuesta, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

5.5 Fase III. Proyección de escenarios

Para lograr una alternativa que permita la inclusión de la comunidad de Piro, se idearon escenarios de ingresos económicos con diferentes actividades, enfocadas principalmente en la gestión forestal. Se realizaron los cálculos para los cinco escenarios de generación de ingresos con una proyección a 10 años. En los escenarios, se tomó en cuenta datos sobre el área promedio de bosque para que los datos obtenidos estuviesen acorde a la realidad de la comunidad. A continuación, se muestran los escenarios que se desarrollaron (Figura 3).

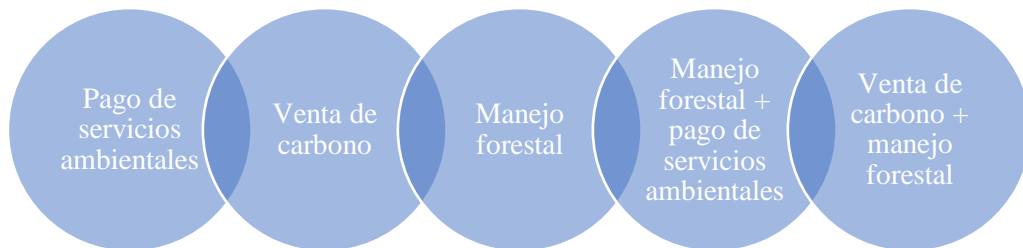


Figura 3. Escenarios económicos propuestos y desarrollados en el proyecto de investigación, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

5.5.1 Componentes para los escenarios

5.5.1.1 Pago de servicios ambientales (PSA)

5.5.1.1.1 Protección de bosque y recurso hídrico

Se proyectó el PSA como uno de los escenarios para bosques que estén sin percibir ingresos económicos en alguna de las modalidades establecidas y puedan optar por este pago, en este caso se utilizaron los montos correspondientes al 2019 otorgados por el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) como entidad encargada en Costa Rica.

El Programa de PSA consiste en reconocimiento financiero por parte del Estado, donde se genera un flujo financiero hacía los propietarios de bosques y plantaciones forestales, reconociéndoles los servicios y beneficios que generan a la sociedad, la conservación de sus bosques y plantaciones forestales (Cabrera, 2018). Esta valoración económica proviene del avance y conocimiento técnico de los ecosistemas, al reconocer los bienes y servicios (SE) de la naturaleza para la vida del planeta (Camacho, 2010).

En estas modalidades de PSA, se establece un contrato por un período de 10 años entre el propietario de la finca y FONAFIFO, en el cual se establece un monto por hectárea, el cual será pagado al propietario en 10 pagos de forma anual. Cada pago representa un 10% del monto total del contrato y deben sumar el 100% al final del período (Cuadro 5). Asimismo, este monto podría ser mayor en caso de bosques que califiquen en la categoría de protección del recurso hídrico.

Cuadro 5. Montos en colones por hectárea establecidos por FONAFIFO para PSA de protección de bosque y recurso hídrico 2019.

Modalidad	Monto del contrato (₡/ha)	Pago anual (₡/ha)
Protección de bosque	354 350	35 435
Protección de recurso hídrico	442 942	44 294

Elaborado con datos de FONAFIFO, 2019

Paralelamente a este escenario y al de manejo + PSA (postcosecha), se estableció el supuesto donde se consideró un 32% de área con bosque dentro de la finca del propietario, basado en la información del INEC (2015), donde se expresa que el cantón Golfito cuenta con 14 653

hectáreas de fincas con bosque, de las cuales el 31,60% son menores de 10 hectáreas, el 40,70% representa a fincas con extensiones entre las 10 y las 50 hectáreas, y el 26,70% restante corresponde a los inmuebles con áreas mayores a las 50 hectáreas. Aunado a esto, la extensión de las fincas de la zona de estudio presentó un rango que va desde una a más de 100 hectáreas. Esto se realizó para visualizar cómo se afectaba la rentabilidad del PSA al disminuir o aumentar el área promedio de bosque (Cuadro 6).

Cuadro 6. Escenarios para protección de bosque y recurso hídrico considerando un 32% de áreas boscosas dentro de las fincas.

Área de bosque (ha)	Modalidad	Monto del contrato (₡)	Pago anual (₡)
3,3	PB	1 172 899	117 290
	RH	1 466 138	146 614
16	PB	5 687 318	568 732
	RH	7 109 219	710 922
64,2	PB	22 756 357	2 27 5636
	RH	28 445 735	2 844 574

Elaborado con datos de FONAFIFO, 2019. PB: Protección de bosque; RH: Recurso hídrico

5.5.1.1.2 Protección postcosecha

Para optar por esta modalidad se deben presentar bosques en los cuales se haya realizado un plan de manejo forestal para su aprovechamiento. Es importante tener en cuenta que el FONAFIFO cuenta con una matriz de valoración para las fincas (FONAFIFO, 2005). Para el período de duración del contrato se pagará de forma anual con montos equivalentes al 20% del monto total, en este caso, el contrato será por un lapso de 5 años (Cuadro 7).

Cuadro 7. Distribución de los pagos en colones de PSA para protección de bosque post cosecha 2019.

Modalidad	Monto del contrato (₡/ha)	Pago anual (₡/ha)
Protección de bosque postcosecha	138 420	27 684

Elaborado con datos de FONAFIFO, 2019

Cuadro 8. Escenarios para protección postcosecha, considerando un 32% de áreas boscosas dentro de las fincas.

Área de bosque (ha)	Modalidad	Monto del contrato (₡)	Pago anual (₡)
3,3	PC	458 170	91 634
16		2 221 641	444 328
64,2		8 889 332	1 777 866

Elaborado con datos de FONAFIFO, 2019. PC: Protección Postcosecha

5.5.1.2 Mercado de Carbono

El escenario de la venta de carbono se estableció para permitirle a los propietarios contar con un capital forestal a largo plazo mediante la proyección de ingreso al mercado internacional voluntario de carbono, donde la tonelada de carbono equivalente se paga a un precio promedio de \$5, por esta razón se utilizó este valor como precio de venta del carbono de estos bosques, al convertirlo y tasarlo en dióxido de carbono, basado en que el World Bank et al. (2017) dicen que los precios de carbono no superan los \$10. Para asignar el valor del carbono se tomó como base la fracción de carbono obtenida en la biomasa aérea. Se menciona que los precios actuales para la venta de carbono en el mercado voluntario son bajos en la región latinoamericana, alrededor de los \$6 (Banco Mundial, 2019).

Para este escenario se utilizaron los costos del estándar *Plan Vivo*, que es el que posee un menor costo para el productor forestal; los valores reales fueron convertidos con base en el tamaño promedio de las fincas de 100 hectáreas para obtener un valor supuesto por hectárea.

5.5.1.3 Manejo Forestal

5.5.1.3.1 Volumen aprovechable

La cantidad de metros cúbicos (m³) que se pueden extraer de manera potencial de estos bosques se estimó con base en el diámetro mínimo de corta (DMC), que es de 60 cm de DAP para Costa Rica, aunque se debe considerar que existen especies que por sus características no alcanzan esas dimensiones, también se tomó en cuenta una relación de 40: 60, siendo el 60% el volumen máximo permitido a extraer al ser bosques primarios que no han sido intervenidos, pero también

tomándose en cuenta la proporción de especies comerciales del ecosistema (CATIE, 2001; Camacho, 2015).

5.5.1.3.2 Precios de la madera

Se utilizaron como referencia los precios de la madera publicados por la ONF en los años 2017, 2018 y 2019, que son tasados en pmt (pulgadas madereras ticas) para las distintas especies dependiendo de su dureza y su uso. En este caso se tomaron los precios para madera en troza con dimensiones mayores a las 10 pulgadas y para madera aserrada. De acuerdo con la ONF (2020), para madera en rollo (en pie y troza) 1m^3 equivale a 362 pmt, y para madera aserrada este es equivalente a 462 pmt.

5.5.2 Cálculo de las proyecciones

La determinación de las proyecciones económicas se realizó por hectárea, para esto fue necesario obtener los datos de las actividades que generarían ingresos y egresos para el productor, de esta manera se obtuvo los ingresos netos en cada uno de los escenarios propuestos. Estas proyecciones se estimaron a diez años, se utilizó Excel para obtener los ingresos de cada uno de los escenarios y se representan mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Esc: } Ipe - Epe = IpN$$

Donde:

Esc: Escenario.

Ipe: ingresos potenciales del escenario.

Epe: egresos potenciales del escenario.

IpN: ingresos Netos.

5.5.2.1 Indicadores de rentabilidad

Se aplicaron los indicadores de rentabilidad de proyecto para sustentar las proyecciones de los escenarios propuestos, y se determinó cuáles escenarios son los que podrían generar más rentabilidad al productor con base en estos indicadores. Para esto se utilizó un período de 10

años y una tasa de interés del 6% para créditos forestales establecida por el FOFAFIFO. Las fórmulas de los indicadores utilizados son las siguientes:

$$VAN= So+E St/(1+i) t$$

Donde:

VAN: valor actual neto.

So: inversión inicial.

E: sumatoria de los flujos de inversión.

i: tasa de interés.

t: número de períodos.

Tasa interna de retorno

$$TIR=\sum \frac{FC_t}{(1-r)^t} -I_0$$

Donde:

TIR: tasa interna de retorno.

FC_t: flujos de caja netos por período.

I₀: inversión inicial (en el momento cero).

r: factor de descuento por período.

t = tiempo en años.

Relación beneficio costo

$$B/C= Ia/Ea$$

Donde:

B/C: beneficio/costo.

Ia: ingresos actualizados.

Ea: egresos actualizados.

6. Resultados y Discusión

Los resultados de este estudio presentan en primer lugar la capacidad productiva de los boques de la zona con base al volumen de madera y a las existencias de carbono, posterior a estos se encontrará la información derivada de la percepción sobre servicios ecosistémicos de la comunidad local, por último, se presentan los escenarios económicos para actividades relacionadas al manejo forestal sostenible.

6.1 Cuantificación de madera y carbono

6.1.1 Volumen comercial y densidad de la madera

Las formaciones vegetales estudiadas presentaron en conjunto 46 especies con valor comercial actual de acuerdo con la clasificación de grupos comerciales. En el caso del Bosque Primario de Ladera (BPL), se reportaron 35 especies comerciales, y para el Bosque Primario de Cima (BPC), se registraron especies 27. Este hallazgo se ve reflejado en la categoría ACTCOM, donde se estimó un volumen comercial de $156,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para BPL y de $136,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en BPC.

Las especies comerciales representaron cerca del 35% de las especies encontradas en BPL, y aproximadamente el 33% en BPC, donde se encontró una diferencia de 8 especies entre estos bosques. Aparte de que el volumen comercial estimado en ambas formaciones vegetales representó aproximadamente el 50% del volumen a la altura comercial obtenido para cada una de ellas, también se obtuvo una diferencia en el volumen comercial de ambos bosques de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Sin embargo, el volumen comercial por aprovechar puede aumentar si se consideran las especies categorizadas como POTCOM, debido a que éstas presentan una densidad de madera que las hace ser consideradas como candidatas potenciales a comerciales, pero de las cuales existe muy poca o nula información con respecto a sus usos más relevantes. Dentro de esta categoría se encontraron volúmenes de $62,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en la formación de BPC y de $88,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en la de BPL (Cuadro 9).

El volumen a la altura comercial que presentaron los bosques en estudio son superiores a los $187,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ reportados por Jadán et al. (2015) en un bosque muy húmedo de Ecuador, y similares a los $247,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ reportados por Barrios et al. (2007) en un bosque pluvial tropical de Colombia. A nivel nacional, Carrera et al. (1996) reportaron $104 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en un bosque muy húmedo tropical de la zona de Guápiles. Por su parte, Segura (1999), en esa misma región del país, obtuvo un volumen total de $541,76 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, que al utilizar el porcentaje de desperdicio del

39,76% utilizado por Barrios et al. (2007) para convertirlo en volumen comercial en pie, da como resultado 215,40 m³ ha⁻¹. Los valores obtenidos en ambas investigaciones son inferiores a los del presente estudio.

Wadsworth (2000) dice que el promedio de volumen total para los bosques húmedos tropicales oscila entre los 145 a 365 m³ ha⁻¹, BPL y BPC presentaron un volumen comercial cercano al límite inferior propuesto por este autor.

Cuadro 9. Distribución de volumen a la altura comercial por categorías para BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Categoría	BPC				BPL			
	N	Sp	m ³ ha ⁻¹	%	N	Sp	m ³ ha ⁻¹	%
ACTCOM	199	27	136,6	52,9	211	35	156,6	54,8
POTCOM	67	19	62,2	24,1	78	16	88,0	30,8
NOMADE	14	1	-	-	9	2	-	-
SNVALC	147	35	59,2	23,0	217	48	40,9	14,3
Total	427	82	258,0	100	515	101	285,5	100

ACTCOM: actualmente comercial; POTCOM: potencialmente comercial; NOMADE: no maderable; SNVALC:

sin valor comercial; N: individuos; Sp: especies; Vc: volumen comercial; %: porcentaje.

En BPC se estimó un volumen por encima del diámetro mínimo de corta (DMC, que en Costa Rica es de 60 centímetros de DAP), en la categoría ACTCOM se reportan 67,9 m³ ha⁻¹, lo que significa que el 49,7 % de los 136,6 m³ ha⁻¹ puede considerarse como un recurso por aprovechar dentro de las opciones de manejo forestal (Figura 4), lo cual está representado por 16 individuos con diámetros entre los 60 y 90 cm. El BPL posee 156,6 m³ ha⁻¹, de los cuales 72,8 m³ ha⁻¹ se encuentran en las clases superiores al DMC, o lo que equivaldría al 46,5 % del mismo. En el caso de este bosque se observa que el volumen comercial en ACTCOM es mayor que en el BPC, pero la cantidad de árboles con diámetro superior a 60 cm es más reducida (8). Algunas de las especies que superaron el DMC en este bosque son: *Hieronyma alchorneoides* y *Tapirira guianensis*. En BPC, especies como *Tapirira guianensis*, *Virola koschnyi*, *Brosimum alicastrum* superan este parámetro de restricción.

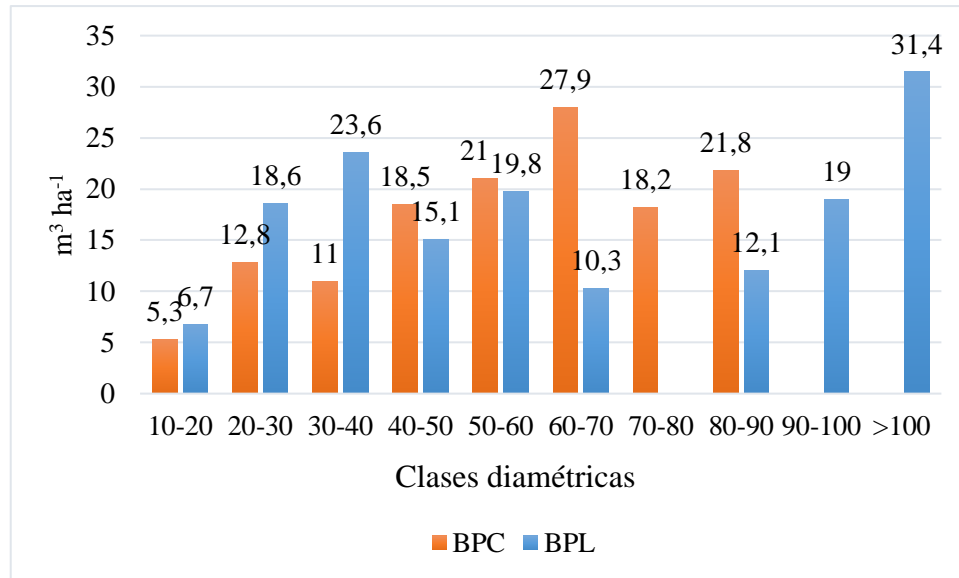


Figura 4. Volumen comercial distribuido por clase diamétrica para la categoría ACTCOM, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

En el estudio realizado por Tenorio-Monge et al. (2008) en un bosque clasificado mayoritariamente como muy húmedo tropical intervenido de la zona norte de Costa Rica, se encontró un Vc de 43,7 m³ ha⁻¹ para las especies maderables dentro del DMC, estos valores son menores al que presentaron los bosques de este análisis, esto puede deberse a que los ecosistemas en el sector de Piro presentan poca perturbación humana y no han sido sometidos a manejo forestal u otra perturbaciones.

En las formaciones vegetales existen especies que poseen el DMC para ser aprovechadas, también cuentan con una serie de características en su madera, como densidad y coloración, que les pueden permitir ser utilizadas para la elaboración de diferentes productos (Cuadro 10). Algunos de los posibles usos de estas maderas son: aserrío, producción de celulosa, pilotes, durmientes, entre otros (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México [SEMARNAT], 2011).

De acuerdo con Abanto et al. (2018), las maderas duras se utilizan generalmente para molduras, marcos de puertas y ventanas, así como para carrocerías y otros usos; 5 especies dentro del DMC se catalogaron como duras dentro de los ecosistemas en estudio. Por su parte, las semiduras se utilizan en la ebanistería para muebles y puertas (4 especies dentro del DMC), y las maderas blandas se usan para fabricar conglomerados (1 especie dentro del DMC). Alarcón et al. (2019) mencionan que las cualidades superficiales de la madera varían de una especie a otra. La

mayoría que posee madera dura presenta colores oscuros en el duramen y, generalmente, la albura es más clara, mientras que las maderas blandas poseen en su mayoría colores pálidos.

Cuadro 10. Características y usos potenciales para las especies forestales que superan el DMC en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Especie	Color	Densidad	Clasificación	Usos recomendados
<i>Aspidosperma spruceum</i>	Castaño claro	0,75	Dura	Ebanistería común, cercas vivas, durabilidad natural alta, secado rápido sin defectos, etc.
<i>Brosimum alicastrum</i>	Albura y duramen son gris amarillento	0,70	Dura	Pisos, formaleta, construcción pesada, tableros, ebanistería, etc.
<i>Dialium guianense</i>	Madera color café oscuro.	0,83	Dura	Duramen apropiado para construcción general, pesada y durable, travesos de ferrocarril, pilotes marinos y de puentes, etc.
<i>Dussia macrophyllata</i>	Pardo amarillento a grisáceo	0,59	Semidura	Construcción rústica, contrachapados, etc.
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	Café oscuro	0,63	Dura	Construcción pesada en general, madera estructural para puentes, pilotajes, etc.
<i>Simarouba amara</i>	Amarillo oscuro	0,36	Suave	Carpintería, muebles, formaletas y construcción interior, etc.
<i>Tapirira guianensis</i>	Albura color rosado, poco diferenciada del duramen	0,53	Semidura	Cajonería, revestimiento de interiores, carpintería, construcción liviana, etc.
<i>Tetragastris panamensis</i>	Marrón claro a amarillo anaranjado	0,71	Dura	Pisos de contenedores, carpintería exterior e interior, puentes, escaleras interiores, etc.
<i>Virola Koschmyi</i>	Gris pardo claro	0,42	Semidura	Chapa y contrachapado, construcción liviana, material para andamios, acabados interiores, etc.
<i>Virola surinamensis</i>	Marrón claro	0,42	Semidura	Molduras, contrachapados, tableros, cajas de embalaje, muebles, etc.

Elaborado con información de Gérard et al., 2017 y Xiloteca virtual UCR, 2019

Las especies duras presentes y potencialmente aprovechables, debido a su alta durabilidad natural, pueden utilizarse para diversos productos, algunos de esos productos pueden ser estructuras de cubierta para construcciones de alto valor como condominios u hoteles con un enfoque en ecoturismo, donde se podrá visualizar el color natural y belleza de estas maderas. Otra de las opciones para su comercialización puede ser la fabricación de pisos para miradores y terrazas externas.

En el caso de las maderas semiduras y suaves, estas podrían comercializarse para la confección de muebles, construcciones livianas como parasoles y kioscos, o para decoración y acabados interiores como revestimiento de paredes y cielorrasos para casas, hoteles y oficinas. También es importante considerar el uso de madera nacional en las instituciones públicas con el fin de generar un mayor valor agregado a la madera de las especies que componen este ecosistema.

Al estimarse el volumen maderable, con base en la densidad de las especies forestales, se obtuvo como resultado que en BPC existe una mayor proporción de volumen comercial en las especies que se catalogaron como semiduras (55.2 %), un 31,6 % corresponde a especies de madera dura,

y la menor cantidad se presentó en las especies de madera suave, con apenas el 13,1% (Figura 5). Para BPL, se encontró que el volumen comercial corresponde a un 49,6 % de maderas duras, 47,9 % a maderas de densidad semidura y las especies de madera suave presentaron un aporte del 2,4 %.

La densidad de la madera ha sido tema de muchas investigaciones con el fin de poder procesar las maderas tropicales, ya que estas presentan alta resistencia, durabilidad y belleza en sus productos finales (Simpson y Sagoe, 1991). Ordóñez et al. (2015) dicen que las propiedades físicas y mecánicas, como dureza, peso, resistencia al impacto, entre otras, están relacionadas directamente a la densidad de la madera.

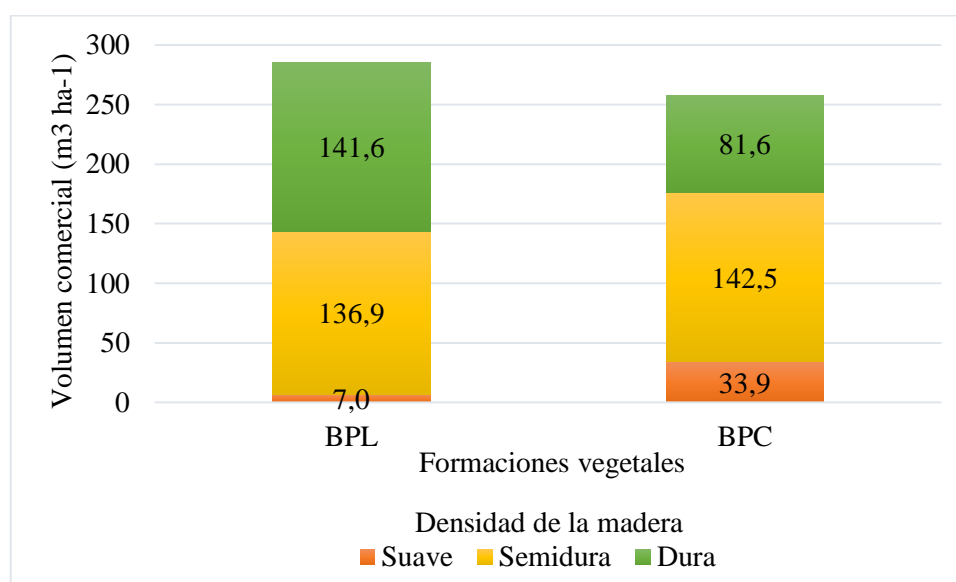


Figura 5. Volumen comercial según densidad de la madera para el BPC y el BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

En su investigación en Perú, Abanto et al. (2018) encontraron que las especies duras dominan el dosel superior y el dosel medio junto a las semiduras, las especies blandas dominan los estratos inferiores del bosque, características que se cumple en este estudio, porque la proporción de especies duras y semiduras en ambos bosques es similar a nivel de abundancia, mientras que las especies blandas son escasas.

A nivel nacional, según lo expuesto por Zúñiga-Méndez (2016), las especies duras representan el 52% de las cosechas en bosque natural de la zona Huetar Norte; mientras que las especies semiduras y suaves constituyen el 48 % restante. Esto sirve como referencia sobre la abundancia y la composición de especies con base en la densidad específica de la madera de los bosques en

estudio, ya que ambos sitios registran valores cercanos al 50% de especies duras, el 45% representa a las semiduras y el 5% corresponde a maderas suaves. La mayor cantidad de volumen comercial en BPL con respecto a BPC se pudo deber a una mayor cantidad de individuos de especies duras (67) y semiduras (59), aparte de presentar una menor cantidad de árboles de densidad suave (16), con la salvedad de que, en el volumen de madera semidura, BPC presentó $5,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ más que BPL, lo que pudo significar que la densidad y el diámetro de los árboles presentes en esta formación vegetal sean responsables de ese mayor volumen obtenido.

6.1.2 Biomasa y carbono

De acuerdo con la biomasa, el BPL registró $339,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ en la biomasa aérea (BA) y $47,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ en la biomasa subterránea (BS). En lo que respecta a carbono (C), este sitio presentó un valor de $159,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ en la BA y $23,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BS, para un total de $387,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ de biomasa y $183,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C. El BPC presentó en la BA $302,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ y en la parte subterránea $43,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ para un total de $345,7 \text{ Mg ha}^{-1}$. Los contenidos de C presentaron un valor de $142,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BA y de $21,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BS, para un total de $163,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ en este bosque.

En ambas formaciones vegetales, las palmas se encontraron en una abundancia baja en comparación a los árboles, estas contribuyeron con una porción de C de $0,23 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BPC, distribuida en $0,18 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BA y $0,05 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BS. En BPL el contenido de C estimado alcanzó $0,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ representando $0,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BA y $0,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ en BS.

Parky, Moreno y Álvarez- Dávila (2017) encontraron en un bosque húmedo tropical de Colombia una biomasa promedio de 336 Mg ha^{-1} , donde utilizaron la ecuación alométrica establecida por Chave et al. (2014). En comparación con los sitios de esta investigación, este ecosistema colombiano presenta un 10 % menos de BA con respecto a BPL y un 11% mayor a BPC. En otro ecosistema colombiano de bosque tropical muy húmedo, Barón y Triana (2017) reportaron $249,96 \text{ Mg ha}^{-1}$. A nivel de Costa Rica, Segura (1999), en un bosque tropical muy húmedo de Guápiles, reportó $341,37 \text{ Mg ha}^{-1}$, lo cual es un valor similar al encontrado en BPL. Para los bosques muy húmedos de Costa Rica, Manrow (2017) reportó $309,58 \text{ Mg ha}^{-1}$, que es un resultado análogo al obtenido en la BA de BPC. Estos bosques contienen valores de biomasa mayores al valor promedio para los bosques de América, donde se reporta un valor de $287,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Slik et al., 2013), esto se puede deber a la estructura horizontal del bosque y a la

composición de especies, pero principalmente las diferencias se ven influenciadas por las ecuaciones utilizadas en sus cálculos.

En lo que respecta al almacenamiento de C, el mayor contenido se encontró en el BPL, estos valores pueden estar relacionados con aspectos estructurales propios relacionados a la capacidad de carga de cada una de estas formaciones forestales como el área basal y la abundancia de individuos (Vásquez y Arellano, 2012). Para el caso de BPC, este contiene 427 N ha^{-1} , con un área basal de $31,4 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, DAP promedio de 25 cm; y el BPL registró 515 N ha^{-1} , un área basal de $31 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y un DAP promedio de 22,5 cm, lo que puede tener un peso en estas diferencias, las cuales son complementadas por la diversidad y, en algunos casos, por la densidad de la madera de las especies que las componen, siendo 101 especies en BPL y 82 especies en BPC, ya que, con base en el estudio de Baker et al. (2004), los sitios que presentan una mayor diversidad y abundancia de especies con una densidad mayor tienden a presentar contenidos de carbono más elevados que los que contienen una concentración mayor de especies de baja densidad en su madera.

De acuerdo con la distribución horizontal del bosque, los mayores valores de C en la BA se presentan en las primeras clases diamétricas en el caso de BPL, desde los 10 cm hasta los 40 cm de DAP. En este intervalo se registró $67,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C, lo cual equivale al 42,4% del contenido total que presenta este bosque; mientras tanto, los contenidos de C en las clases intermedias reportaron $39,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C. La mayor presencia de individuos en las clases menores se obtiene como respuesta a la competencia y adaptación de las especies, así como a las condiciones lumínicas y ambientales del bosque, aunque también influye el porte de las especies presentes, ya que pocas alcanzan grandes tamaños (Porrás-Jiménez et al., 2014).

La disminución en la cantidad de C en las clases intermedias se puede deber a que en estas clases la abundancia de árboles es reducida, de la misma manera, en las clases mayores existe la tendencia a la disminución del número de individuos (Paipa y Triana, 2018). Sin embargo, la tendencia del C almacenado que presenta la formación vegetal vuelve a incrementar en los individuos con DAP por encima de los 80 cm, incluso llegando a alcanzar el punto máximo en contenido de C en la clase diamétrica mayor. En las tres clases mayores se almacenan $52,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ de C, que es menor al de las clases diamétricas inferiores, y este contenido se distribuye en pocos árboles de gran tamaño, aspecto importante, ya que otros estudios reportan el rol de los

árboles emergentes y dominantes en la concentración de altos volúmenes de carbono en su biomasa (Figura 6).

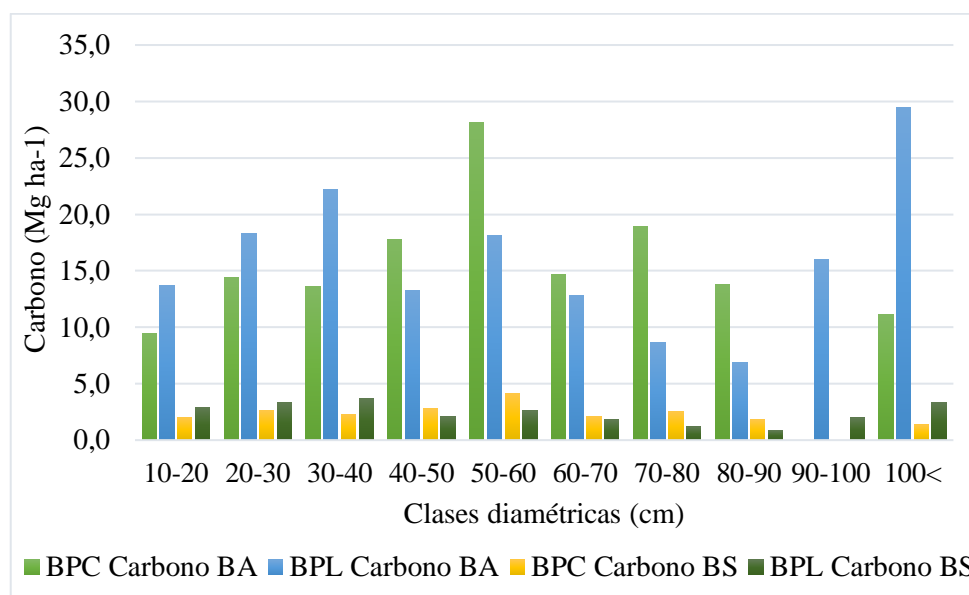


Figura 6. Contenidos de carbono en Biomasa aérea y subterránea en BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

En el caso del BPC, se observó que la distribución de C se caracteriza por encontrarse en los individuos con diámetros intermedios (entre los 40 y 80 cm). El nivel de C almacenado alcanza un total de $79,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, lo cual equivale al 56,1 % del C total del bosque en la BA.

Que las clases diamétricas inferiores posean un contenido de carbono menor a las clases intermedias se puede deber al tamaño de los individuos, ya que en estas clases diamétricas es donde se presenta la mayor abundancia de individuos. Por su parte, aunque las clases superiores posean los árboles de mayor porte, la densidad de estos es reducida, representando el 1,6 % (7 individuos) de los árboles de la parcela; del mismo modo, las clases intermedias están compuestas en un 75% (51 árboles) por los individuos de las especies dominantes.

Las características presentadas por BPL y BPC concuerdan con los datos obtenidos en el estudio de Parky et al. (2017), esto debido a que los mayores contenidos de C se obtuvieron en los individuos de 0 a 70 cm de DAP; pero difieren con los de Hurtado et al. (2017) donde los mayores contenidos de biomasa y C se presentaron en las clases diamétricas de 70 a 100 cm de DAP, que es una característica que presentan los bosques con bajo grado de perturbación, como en el caso de los bosques en estudio. Otra característica que comparte BPL con respecto a la

investigación de Vásquez y Arellano (2012) es que los mayores contenidos de C se distribuyen hacia los extremos (inferior y superior), esto debido a que contiene una mayor abundancia de individuos en las clases menores y al mismo tiempo posee los árboles de mayor porte, caso que no se presentó en BPC, el cual posee una menor presencia de individuos en las clases menores y una distribución diamétrica incompleta al no presentar individuos en la clase (90-100 cm), por lo cual las diferencias entre los dos bosques se deben principalmente a la presencia y el tamaño de los individuos de cada estrato arbóreo.

En el caso de la BS, el BPL presentó 23,9 Mg ha⁻¹ de C y para el BPC se reportó 21,8 Mg ha⁻¹. La BS posee la tendencia de la BA, debido a que el BPL posee el punto más alto de C en las clases diamétricas menores, como ocurre en BA. Tomando en cuenta este comportamiento, se visualizó en el BPC que el contenido más alto de C está en las clases intermedias. Según los valores obtenidos para ambos sitios, el C en raíces representa alrededor del 15% del obtenido en BA, este valor significa que los árboles de bosques primarios concentran mucho C en estas estructuras, las cuales son un sumidero importante, ya que pueden almacenar hasta el 18% del C del ecosistema (Sierra, del Valle y Orrego, 2001).

Los valores de C obtenidos, en comparación al mapa pantropical realizado por Saatchi et al. (2011), se encuentran en la categoría de 150 a 175 Mg ha⁻¹ para el BPL, mientras que el BPC se ubicó en la categoría de 125 a 150 Mg ha⁻¹, lo que significa que son bosques con altos contenidos de carbono al ser comparados con los bosques tropicales a nivel mundial. Campo et al. (2016) reportaron 195,1 Mg ha⁻¹ de C en BA en un bosque tropical muy húmedo de Veracruz, México, valor que es superior a los obtenidos en el presente estudio, 35,4 Mg ha⁻¹ comparado a BPL y 53,1 Mg ha⁻¹ con respecto a BPC. Estas diferencias se deben a factores climáticos y físicos, así como a la estructura y composición de especies de los bosques.

A nivel de país, con la realización del inventario nacional forestal, se determinó que los bosques primarios de Costa Rica albergan aproximadamente un promedio de 122 Mg ha⁻¹ de C (Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC], 2014). Por su parte Pedroni et al. (2015) mencionan, que los bosques muy húmedos y pluviales del país almacenan aproximadamente 131,08 Mg ha⁻¹ de C en la biomasa aérea. Con el aporte de estos estudios se visualiza que los bosques del área de estudio albergan un mayor contenido de carbono con respecto a los promedios nacionales.

En un bosque primario muy húmedo del área de conservación Cordillera Volcánica Central, Segura (1999) estimó 156,15 Mg ha⁻¹ de C, y Manrow (2017), en su estudio, registró 154,79 Mg ha⁻¹ para los bosques muy húmedos al aplicar la fracción de 0,5 del IPCC, (2006a) sobre la BA, valores que son similares a los encontrados en esta investigación en BPL. Por su parte, Zamora (2011) reportó, en bosques en la zona del área de conservación La Amistad Pacífico, un contenido de 170 Mg ha⁻¹ de C; Herrera (2013), para diferentes tipos de bosques muy húmedos en la zona de Pérez Zeledón, registró un promedio de 254 Mg ha⁻¹ de C; y en la investigación realizada por Sánchez (2016) en Agua buena de Rincón de Osa, donde utilizó la misma metodología del presente estudio, se estimaron contenidos de C entre 222,57 Mg ha⁻¹ y 245,09 Mg ha⁻¹. Las investigaciones mencionadas que fueron realizadas en la zona sur del país presentaron almacenes de carbono más elevados que los obtenidos en este trabajo, aunque este se haya efectuado dentro de la misma región geográfica. Para las formaciones vegetales en estudio, el contenido de C equivalió al 47% de la BA.

En términos de C en BS, Campo et al. (2016) estimaron en México 9,2 Mg ha⁻¹, por su parte, Mosquera et al. (2016), reportaron en Colombia valores de entre 5,37 a 6,61 de Mg ha⁻¹ para BS, ambos resultados son menores a los obtenidos en esta investigación, ya que, para el caso de los dos bosques en estudio, los valores son mayores a 20 Mg ha⁻¹, estos a su vez son similares a los 24,65 Mg ha⁻¹ obtenidos por Sierra et al. (2001) en bosques tropicales, pero muy inferiores a los que menciona Cifuentes-Jara (2008) para bosques muy húmedos de Costa Rica de 46,8 Mg ha⁻¹. Según Barreto y León (2005), las raíces en el ecosistema no solamente son importantes por su función de captación de nutrientes, sino también por su papel en el almacenamiento de carbono y los ciclos biogeoquímicos del bosque. Fonseca (2017) menciona que las raíces gruesas albergan una cantidad considerable de C duradero por área, en este estudio el carbono radicular representó el 13% del C total para ambas formaciones vegetales.

6.1.2.1 El carbono en la flora presente

De acuerdo con la diversidad florística de los sitios de estudio, se estimó el contenido de C almacenado para las 10 familias botánicas con mayor contenido de carbono en cada formación vegetal. La familia botánica Moraceae (14 especies) es la que presentó mayor contenido de C en la BA con 45,84 Mg ha⁻¹ en el BPL, también resalta, en segundo lugar, la familia Caryocaraceae (1 especie) con 25,32 Mg ha⁻¹. En el caso de BPC, la familia Anacardiaceae (2

especies) es la que posee el mayor contenido para este sitio con 25,78 Mg ha⁻¹. Al mismo tiempo, en el BPC, la BA concentra un 92,2% del C, lo que representa 130,9 Mg ha⁻¹ para este bosque; mientras que, en el BPL, las 10 familias con mayor contenido logran almacenar cerca del 88% del C contenido en la biomasa aérea, lo cual equivale a 141,2 Mg ha⁻¹ para este sitio. Se observó que ambos sitios comparten 6 de las familias que poseen los contenidos más altos de carbono y difieren en las demás, y se encontraron 14 familias botánicas que albergan los mayores contenidos de C en los bosques en estudio. Para BPC, la familia Meliaceae (1 especie) se ubicó en la décima posición con 4,3 Mg ha⁻¹; en el caso de BPL, la familia Apocynaceae (4 especies) se localizó en la misma posición con 4,2 Mg ha⁻¹ (Figura 7).

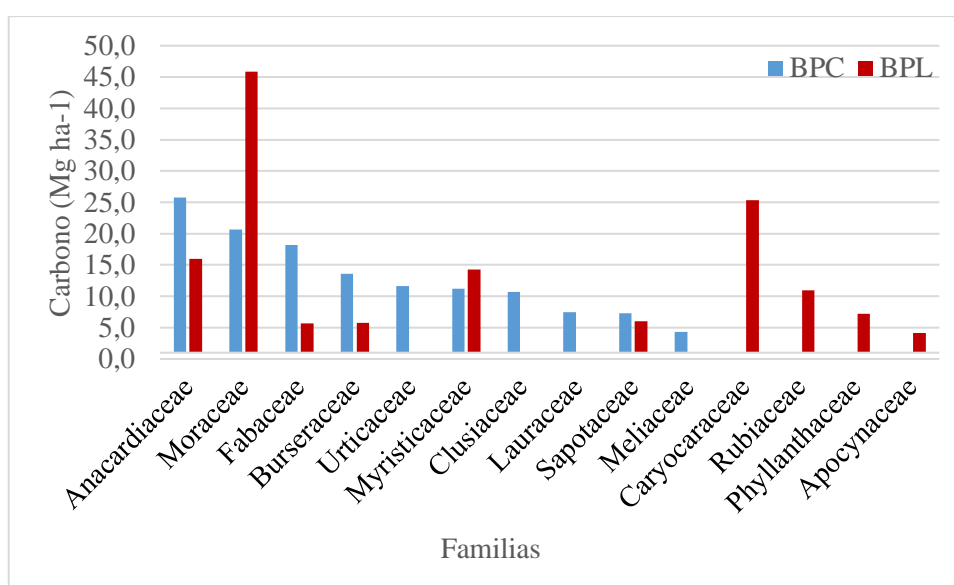


Figura 7. Familias botánicas con mayor contenido de carbono en los ecosistemas de BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Parky et al. (2017) en su investigación encontró que las familias Fabaceae, Lecythidaceae, Sapotaceae, Lauraceae, Vochysiaceae, Apocynaceae, Burseraceae y Moraceae, ostentan los mayores contenidos de biomasa y carbono, asimismo, 6 de las 14 familias coinciden en ser las más representativas en este apartado; Moraceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Burseraceae, Myristicaceae, Sapotaceae y Caryocaraceae aparecen con los contenidos de C más altos, siendo Moraceae la que presenta los valores más elevados.

Los resultados obtenidos en la investigación de Rodrigues (2012) en la Amazonía occidental brasileña, mediante parcelas permanentes en un área de 15 hectáreas de bosque tropical no intervenido, también muestran un grado de similitud con este estudio, ya que 5 de las familias

más representativas de esa investigación (Moraceae, Fabaceae, Sapotaceae, Lauraceae y Apocynaceae) coinciden con este. Aunado a esto, Fauset et al. (2015) reportaron en toda la Amazonía 7 de las 14 familias más importantes en cuanto a productividad de biomasa del presente estudio y, que en términos de C, fueron las más relevantes. Por su parte, Sánchez (2016), en su estudio realizado en la Península de Osa, presenta una analogía con este respecto a las familias botánicas, debido a que su estudio presentó 9 de las 14 encontradas, como la Fabaceae, Sapotaceae, Moraceae, Clusiaceae, Anacardiaceae, entre otras, las cuales fueron de las más relevantes en el almacenamiento de carbono para este análisis.

Aunque todas las familias son importantes en la contribución en las reservas de carbono, en este estudio se presenta el fenómeno de la Hiperdominancia, que es un fenómeno que se presenta en los bosques húmedos tropicales. Ter Steege et al. (2013), Mosquera y Hurtado, (2014), Morera et al. (2019), entre otros autores, mencionan que la dinámica y la distribución de las especies a nivel de sitio, es influenciada por unas pocas especies, las cuales llegan a acumular la mayor abundancia, en este caso se tiene que, para la Península de Osa, específicamente para el sitio de Piro, en un estudio realizado por Morera et al. (2019), se reportan solo 14 especies con una dominancia a nivel local, siendo las especies de estas familias parte del grupo de especies Hiperdominantes, esto se puede deber a factores ambientales, edáficos o aquellos que limitan la dispersión de semillas, lo que provoca que las especies hiperdominantes sean especialistas en hábitats, y hace que prefieran un tipo de bosque en específico (Mosquera y Hurtado, 2014).

Otros autores como Garófalo (2018) relacionan los patrones de baja representatividad de familias en cuanto a carbono como un resultado de acciones relacionadas a un mal manejo, las cuales pueden contribuir a disminuir el rol en cuanto al carbono que aportan los individuos de estas en los ecosistemas, lo que no solo contribuiría al empobrecimiento a nivel de diversidad, sino que se reflejaría en los cambios en los contenidos de su biomasa.

De las 16 especies más importantes en términos de C, estos ecosistemas comparten solo 4 especies; resalta la familia Moraceae, con mayor cantidad de especies, teniendo un total de 5. En total, 10 especies representan el 67,9 % de C en BA, y 65,4 % en BS del carbono almacenado en el BPC. En el BPL los porcentajes fueron menores, acumulando 65,7 % de C en BA y 61,3% en BS. *Tapirira guianensis* y *Tetragastris panamensis* fueron las especies que concentraron más carbono en BPC, aproximadamente el 26%, aunque representaron el 18% de los individuos para

este sitio. La especie más abundante al sumar las dos parcelas es *Tapirira guianensis*, con un total de 80 individuos, representando el 16,8% de C en BA y el 16,3% en BS para BPC; sin embargo, en el BPL, esta especie mostró valores inferiores, ya que es la tercera más relevante por debajo de *Caryocar costarricense* y *Castilla tunu*, que fueron las especies que almacenaron más carbono, representando aproximadamente el 29% del C almacenado en este bosque, entre ambas constituyeron el 7% de los individuos presentes (Cuadro 11).

En el apartado referente a las especies representativas de este trabajo, el estudio de Fauset et al. (2015), en términos de BA, mostró que entre las 20 especies más importantes existen 4 géneros, tales como *Tetragastris*, *Caryocar*, *Aspidosperma*, *Pouteria*, los mismos se encuentran en las formaciones vegetales estudiadas BPL y BPC, donde son importantes en los contenidos de C. Kirby y Potvin (2007) mencionan, en su investigación realizada en Panamá, que encontraron una contribución desigual en los almacenes de carbono entre la especies, este mismo comportamiento se evidenció en este trabajo, donde 16 especies se dividen la mayor cantidad de carbono contenido en estos bosques.

Cuadro 11. Contenidos de carbono para las 10 especies con mayor contenido de carbono en BPC y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

BPC			BPL		
Especie	C (Mg ha ⁻¹)		Especie	C (Mg ha ⁻¹)	
	BA	BS		BA	BS
<i>Tapirira guianensis</i>	23,9	3,6	<i>Caryocar costarricense</i>	25,3	2,9
<i>Tetragastris panamensis</i>	12,7	2,0	<i>Castilla tunu</i>	21,2	3,1
<i>Pourouma bicolor</i>	11,6	1,9	<i>Tapirira guianensis</i>	13,7	2,0
<i>Symphonia globulifera</i>	10,2	1,6	<i>Chimarrhis latifolia</i>	10,3	1,8
<i>Dialium guianense</i>	8,3	1,1	<i>Brosimum alicastrum</i>	7,4	0,9
<i>Tachigali versicolor</i>	7,5	0,9	<i>Hieronyma alchorneoides</i>	7,2	0,9
<i>Brosimum lactescens</i>	6,6	1,1	<i>Pseudolmedia spuria</i>	6,0	0,9
<i>Ficus sp</i>	5,6	0,8	<i>Brosimum lactescens</i>	4,8	0,8
<i>Pouteria sp</i>	5,4	0,7	<i>Tetragastris panamensis</i>	4,7	0,7
<i>Virola koschnyi</i>	4,6	0,7	<i>Pouteria sp</i>	4,3	0,7
Total	96,3	14,3		105,0	14,7

Las especies de árboles que poseen el potencial de crecer a grandes tamaños contribuyen considerablemente al almacenamiento de C, ya que los individuos de mayor porte poseen una mayor masa, también las características que presentan, como la altura y una copa bien desarrollada, les permiten un mayor acceso a la luz y el potencial de fijar altas tasas de carbono.

El fenómeno encontrado se denomina Hiperdominancia, donde una pequeña fracción de especies tienen una influencia fuerte para las funciones forestales vitales como el almacenamiento de C. (Fausel et al 2015). Además, de acuerdo con Brown (1997), los árboles mayores a los 70 cm pueden albergar hasta el 40% del C, significando solo el 5% de los individuos. Esta serie de características es la que pudo determinar la contribución de C de las dos especies más representativas en cada una de las parcelas.

La especie *C. costarricense* albergó el 16% del carbono de este ecosistema, y la cantidad de árboles representó menos del 1% de los árboles encontrados, estos individuos pueden alcanzar hasta los 50 m de altura y un diámetro que alcanza hasta los 3 m (Chinchilla, 2018). Por su parte, *T. guianensis* es un árbol que puede alcanzar entre los 30 a 40 m de altura y 80 cm de diámetro, presentando una copa con follaje espeso y abundante (Belisle et al., 2001), pero en los bosques en estudio se reportaron individuos de esta especie que están entre 89 y 101 cm de DAP. La especie *T. panamensis* se caracteriza por ser un árbol grande que alcanza los 35 m altura y 60 de diámetro (Organización de estudios Tropicales [OET], 2013), en BPL se reportó un individuo de 61 cm de diámetro. *C. tunu* suele crecer entre los 15 y 20 m de altura, sin embargo, algunos ejemplares alcanzan los 35 m y los fustes de estos árboles sobrepasan 1m de diámetro (Ken Fern, 2014).

6.2 Percepción y valoración social de los servicios ecosistémicos

6.2.1 Formación y oportunidades de las personas entrevistadas

En el sector de Piro, con la información recolectada, se estima que existen 1240 hectáreas en posesión de los entrevistados, y 910 hectáreas son de bosque, con lo que se refleja que existe la oportunidad para entrelazar las actividades de sostenibilidad como el manejo de bosque, ya que solo 342 hectáreas (27,5%) se utilizan para actividades de uso agropecuario. Sin embargo, se encontró que aproximadamente el 44,5% de las personas consultadas viven en la propiedad y administran un terreno que es propiedad de un tercero.

En el radio del área de estudio se encontró un total de 13 viviendas, en 9 de ellas respondieron a la encuesta, en 2 no se localizó personas para entrevistar y en 2 casos se rechazó. Por esta razón, las encuestas muestran a 9 núcleos familiares, en los cuales se contabilizan 9 jefes de familia y un total de 35 personas que integran dichos núcleos.

En este sitio, el 75% de los entrevistados tienen más de 20 años de vivir en la localidad, esto con base en los intervalos utilizados en la encuesta, ya que hay pobladores que alcanzan más de 60 años viviendo en esta comunidad de la Península de Osa.

La mayoría de jefes de hogar no están ligados activamente a acciones dentro de su comunidad, como, por ejemplo: comité de desarrollo, comité de deportes, entre otros, lo cual podría ser porque el mayor porcentaje de ellos se dedica a actividades agropecuarias, de construcción y aserrío, debido a que las opciones de trabajo son limitadas, fenómeno reportado por Guerrero-Rodríguez (2016). Además, según el nivel de educación que alcanzaron los mismos, un 67 % no completó la primaria, e incluso algunos nunca asistieron a la educación formal (Figura 8). Al ser una zona rural de bajo índice de desarrollo social, la oferta de instituciones educativas es reducida y solo existe oferta a nivel de primaria con la Escuela en la Comunidad de Piro, por lo tanto, para que los pobladores puedan seguir una enseñanza secundaria deben trasladarse a vivir a Puerto Jiménez.

De acuerdo con la información del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica [MIDEPLAN] (2018), cerca del 88% de los distritos de la región Brunca se encuentran en las últimas posiciones con respecto al desarrollo social. La localidad donde se realiza el estudio pertenece al distrito de Puerto Jiménez, que se encuentra en el lugar 443 del total de 483 entidades administrativas del país.

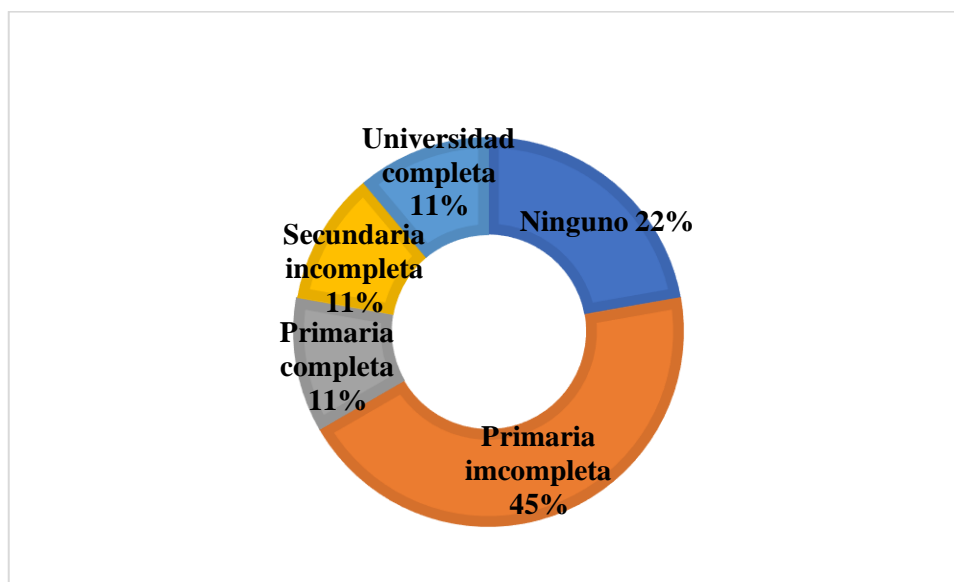


Figura 8. Nivel educativo de las personas encuestadas en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

El 55% de los encuestados (aproximadamente) cuenta con bosques dentro de sus inmuebles, de los cuales el 80% posee áreas superiores a las 100 hectáreas. En lo que respecta al PSA, más de la mitad de las personas encuestadas (5) “afirma haber escuchado sobre el mismo, pero únicamente el 20% confirma estar recibiendo el apoyo de este programa, donde los montos superan los 3,5 millones de colones de forma anual” (Bellanero-Sánchez, comunicación personal, 19 de abril del 2019).

A finales del siglo XX se dio la formación de una serie de ONG’S en la península, pero sus principales actividades fueron dirigidas a la conservación y el ecoturismo como únicas opciones de desarrollo, con lo cual se logró dinamismo económico en la zona (Hidalgo-Chaverri, 2019), careciendo estas iniciativas de acciones dirigidas a promover acciones en el campo del manejo forestal de bosque. Asimismo, según el Instituto de Desarrollo Rural [INDER] (2017), existe poco acompañamiento técnico en las áreas agropecuarias, turismo y servicios; de manera simultánea, se presenta poco fortalecimiento y capacitación para las Mipymes de la zona.

En lo que respecta a la asesoría técnica para manejo integral del bosque, los encuestados afirmaron que es muy poca por parte de las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) forestales, de turismo, entre otros. Únicamente se mencionó la participación de Conservación Osa mediante la impartición de charlas de educación ambiental en los centros educativos de la zona. Sin embargo, existen organizaciones como OSACOOOP que tratan de diversificar sus funciones y ofrecen múltiples servicios para generar un mayor dinamismo económico en diferentes áreas de la península, aparte de generar capacitaciones para sus asociados a través del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), (Solórzano, 2019).

6.2.2 Valoración social del bosque y los servicios ecosistémicos

Las personas entrevistadas son conscientes del valor que tienen los bosques (Cuadro 12). Más de la mitad (5) consideró que los bosques son fuente de vida, ya que brindan una serie de bienes y servicios necesarios para la subsistencia, debido a que estos ecosistemas regulan los sistemas meteorológicos y permiten la producción de alimentos en las zonas agrícolas esenciales para la humanidad (FAO, 2014b). Asimismo, 4 entrevistados opinaron que los bosques son importantes para el abastecimiento de agua, afirmación que es consistente por lo expuesto por Brüscheweiler, Höggel y Kläy (2004); Ibarra (2017) y Blanco (2017), debido a que ayudan a producir cerca del 40% de las precipitaciones que se originan en las tierras continentales por medio de su

evapotranspiración, transfiriéndose entre cuencas hidrológicas y regulando los flujos de agua dulce, pues permiten que el subsuelo se recargue con agua de buena calidad, la cual posee muy pocas sustancias tóxicas para la producción y el consumo humano.

Por último, otras personas (3) opinaron que son necesarios para la fauna, estos ecosistemas son los más biodiversos, donde habita una serie de animales, insectos y plantas que son necesarios para la salud y bienestar, y donde se calcula que existe el 80% de la biodiversidad terrestre (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica [CDB], 2010; Global Environment Facility, 2011).

Cuadro 12. Percepción local sobre la importancia de los bosques, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Pregunta realizada	N° de encuestado	Percepción
¿Qué representan los bosques para usted?	1	“Los bosques representan todo. Son importantes para la fauna y el abastecimiento de agua”.
	2	“Son fuente de vida, todo. Sin los bosques no habría oxígeno, agua”.
	3	“Los bosques fuente de oxígeno, flora, fauna e ingresos”.
	4	“Los bosques son importantes, ya que, si no hay bosques, no hay vida, son una forma de subsistir y conocimiento”.
	5	“Representan vida, todo. Brindan relajación y salud mental”.
	6	“Significan vida, debido a que brindan cosas indispensables a los seres humanos como alimentos y nutrientes”.
	7	“Sin bosques no tendríamos nada, los necesitamos al 100% para el agua, oxígenos y animales”.
	8	“Faltaría todo si los bosques no están, no tendríamos agua”.
	9	“Son importantes por el turismo, madera, fauna y para la economía”.

Aunado a esto, se evaluó el conocimiento de los pobladores con respecto al concepto de SE, aproximadamente el 45% de los mismos (4 personas) respondió que sí había escuchado hablar sobre el término; mientras tanto, el 55% (5 personas) indicó que no sabía de qué se trataba. En términos generales, los entrevistados relacionaron el concepto con los recursos naturales (servicios de provisión).

Es importante tomar en cuenta que las personas de este sitio tienen una cultura donde creen que se debe conservar el bosque sin tocarlo, esto se debe a dos corrientes, una es la diversidad

biológica que presenta esta región a nivel nacional y mundial, la otra es la veda administrativa. Otros aspectos que igualmente han potenciado este pensamiento son las acciones de las ONG's que actúan en la zona, las cuales, en su mayoría, promueven la preservación como medio para mantener los recursos de los bosques, mientras que son pocas o casi nulas las acciones relacionadas a la promoción del manejo forestal.

Es común escuchar de los propietarios que el aprovechamiento de bosque natural ha estado restringido en esta zona por exceso de trámites burocráticos. Existen pobladores (2) que mencionan que quieren y no han podido realizar aprovechamiento para utilizar los recursos forestales maderables dentro de sus bosques por el exceso de trámites, sin embargo, uno de los mayores problemas que presenta la Península de Osa es la tenencia legal de la tierra (Jiménez y Chaves, 2019). Esto se evidencia en que un gran porcentaje de los pobladores no cuenta con un título de propiedad, con lo cual no se puede otorgar un plan de manejo para el aprovechamiento forestal en bosque porque, de acuerdo a la ley forestal N° 7575, solo se podrán aprovechar los bosques naturales si se cuenta con este instrumento legal para garantizar la sostenibilidad y la ejecución correcta del aprovechamiento (La Gaceta, 1996). Otros entrevistados (3) dijeron que no se puede aprovechar la madera de bosque natural, pero por desconocimientos técnicos y legales. En términos de la encuesta realizada, solo 5 personas expresaron contar con el título de propiedad de los terrenos, con lo cual pueden optar a realizar esta actividad.

El balance general que se realizó denota que la mayoría de las personas encuestadas opinaron que los bosques proporcionan algunos de los servicios consultados, por lo cual es importante trabajar de manera más efectiva en la comunicación y educación de los SE que proporcionan estos ecosistemas. Existen más productos que se pueden obtener de manera indirecta por acción de la presencia del bosque y que se pueden utilizar para consumo y desarrollo de actividades humanas.

6.2.3 Valoración social de los servicios de provisión

La valoración social aplicada a los SE de provisión se basó en el valor de uso que implica la interacción humana directa o indirecta con el ecosistema a través de los servicios de consumo o extracción que le proporcionan bienestar (Economics for the Environment Consultancy, 2005). Por esta razón, cada una de las personas encuestadas le dio a los bienes o productos provenientes

directa e indirectamente del bosque un valor conforme a la intensidad de uso que ellas realizan sobre los mismos. De esta manera se obtuvo una calificación promedio, donde los SE mejor valorados son: alimentos, leña y madera (Figura 9). En cuanto a los productos medicinales, ornamentales, así como forrajes y la miel, la valoración percibida es que son utilizados con una frecuencia menor, siendo importantes para generar bienestar en la población local de forma ocasional. Otros productos como la fauna, fibras y hongos son poco utilizados y menos esenciales según las personas entrevistadas.

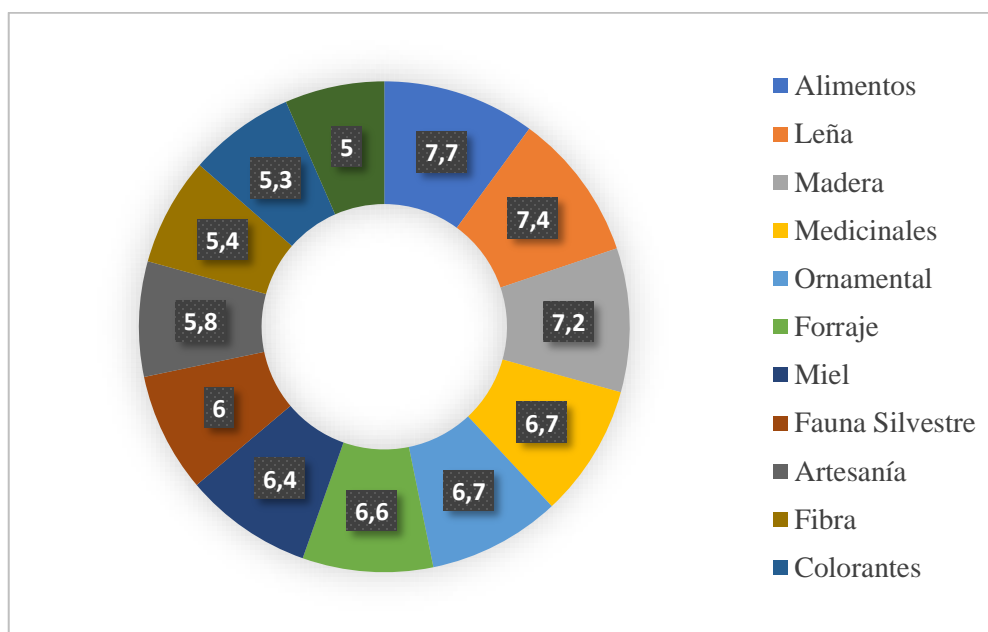


Figura 9. Clasificación de la intensidad de uso de los bienes y servicios (SE de provisión) del bosque por parte de los pobladores de Piro, Península de Osa, Costa Rica. Intensidad se refiere a cuanto se utiliza o necesita cada bien (mucho 9; regularmente 8; ocasionalmente 7; de repente 6; nunca 5).

Aunque los alimentos, la leña y la madera fueron los SE que obtuvieron las calificaciones más altas, la percepción de las personas fue diversa con respecto a estos, pues algunas manifestaron que sí los utilizaban siempre, mientras que otros nunca los han utilizado. También se evidenció que el SE de provisión de alimentos es el más importante para su bienestar, este resultado es análogo al que obtuvo Moyano (2016) en Colombia. Por su parte, Villamagua (2017) encontró, en un estudio en Ecuador, que los SE más importantes y utilizados fueron: los alimentos, la madera y la leña, con una frecuencia de uso diario; simultáneamente, entre los productos con una intensidad de uso intermedia, se encontraron los productos medicinales, lo que es similar a la percepción encontrada en la presente investigación.

6.2.4 Valoración social de los servicios de regulación y soporte

Este tipo de valoración consiste en estimaciones cualitativas o cuantitativas que no se realizan estrictamente en términos monetarios, sino que dependen de la combinación entre la percepción social sobre la importancia relativa de los SE y la capacidad del ecosistema para proveer los distintos SE que satisfacen sus necesidades (Laterra, Castellarini y Orúe, 2011).

De acuerdo con los datos recolectados, se obtuvo que el servicio relacionado al carbono (C) que es proporcionado por los bosques es reconocido en su totalidad (100%) por parte de los encuestados, mientras tanto, solo el 44 % (4) de los encuestados valora que el control de erosión y la regulación de plagas y enfermedades está relacionado a la presencia de estos (Cuadro 13). Otros servicios como la dispersión de semillas, el ciclo de nutrientes y la regulación del agua presentaron una valoración superior al 77%. El servicio de C fue el mejor valorado por la parte social, pero, sin la interacción de los de los demás SE, este servicio podría disminuir.

Los SE que tienen una relación directa con el agua fueron percibidos con mayor frecuencia por las personas de este estudio. Villamagua (2017), en su investigación, obtuvo resultados similares con respecto a la percepción de la población sobre el recurso hídrico, al ser este un elemento esencial para la vida y los procesos biológicos del planeta (Dirzo et al., 2014). Indudablemente, es uno de los recursos más demandados por la población, al ser necesario para las actividades económicas, sociales y para la salud de la sociedad humana (Yahdjian et al., 2015), esto puede explicar la valoración dada por las personas entrevistadas a estos servicios, aunque no son reconocidos en su totalidad.

Si bien se obtuvo, como resultado general, que los SE de regulación y soporte son subvalorados y poco reconocidos por no contar con un precio de mercado, estos son necesarios para la provisión de los demás SE. Cristeche (2009) resalta que estos servicios, al poseer características de bienes públicos, no se comercializan. Agbenyega et al (2009) obtuvo un resultado similar, donde estos SE tuvieron una valoración baja en comparación a los SE de provisión, que sí poseen mercado y se reconocen con mayor facilidad.

Cuadro 13. Valoración y reconocimiento de los servicios ecosistémicos de regulación y soporte, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Servicios ecosistémicos de regulación y soporte	Valoración por parte de los encuestados (%)
Secuestro y almacenamiento de carbono	100,0
Ciclo de nutrientes	77,8
Dispersión de semillas	77,8
Regulación y calidad del agua	77,8
Polinización de cultivos	66,7
Control de erosión	44,4
Regulación de plagas y enfermedades	44,4

6.2.5 Valoración social de los servicios culturales

El entorno natural que caracteriza a la Península de Osa permitió obtener como resultado que las personas entrevistadas reconocieran los SE culturales del bosque más fácilmente y que le proporcionaran una valoración. Con base en la percepción local, se obtuvo que los pobladores consideran que los bosques poseen un componente educativo, cultural y espiritual. Debido a esto la recreación fue el servicio mejor valorado de los tres en estudio, ya que las actividades turísticas les han permitido obtener ingresos económicos a los pobladores de este lugar, pero sin considerarse al 100 % que es un servicio que generan los bosques naturales. Por su parte, a los servicios espirituales y educativos se les asignó la misma calificación (67%), presentando un reconocimiento menor en comparación a la recreación (Figura 10).

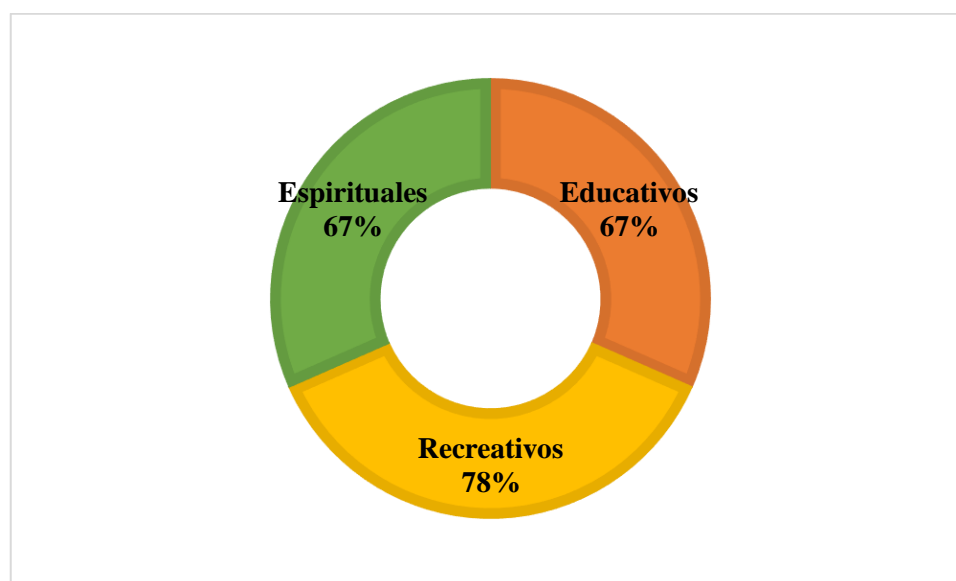


Figura 10. Reconocimiento y valoración (%) de los servicios culturales en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Aguilar-Correa et al. (2019) mencionan que los bosques entregan a la sociedad servicios y productos intangibles como la recreación, el turismo y lo espiritual, también el valor cultural que le agregan a las comunidades rurales, de ahí la importancia del reconocimiento y valoración de estos servicios por parte de los pobladores locales.

Klain y Chan (2012) mencionan en su estudio que las personas de áreas con mayor belleza natural y cultural asignan valores altos a los beneficios intangibles. En su investigación encontraron que la recreación y beneficios espirituales presentaron un alto valor, lo que es análogo a este estudio, con la diferencia de que los servicios educativos fueron poco valorados.

Los SE culturales han sido poco estudiados, debido a que los SE son un área dominada por las ciencias naturales y donde se ha dado una desconexión de la interacción que existe entre sociedad y naturaleza, por lo que estos temas se deben abordar desde diversas disciplinas. Por otro lado, la recolección de datos se ha realizado por medio de encuestas y entrevistas como el primer paso para obtener información de los beneficios obtenidos, área de mayor interés o valor por parte de las personas (Cordoves y Vallejos, 2019), esto concuerda con la forma de recolectar la información de este estudio.

Para una mayor valoración de los servicios culturales se debe dar un desarrollo integral en la zona, donde el manejo forestal diversificado sea uno de los pilares fundamentales en la economía del sitio, y donde se desarrollen actividades alrededor de este (ecoturismo, aprovechamiento forestal, preservación, actividades agroforestales, entre otras), ya que en prácticas de manejo forestal se promueve el uso sostenible y planificado de los bosques por parte de los pobladores locales en una región geográfica, donde este uso adecuado implica mejorar las condiciones de vida para asegurar su bienestar, la conservación de los bosques y sus servicios (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura [IICA], 2015).

6.2.6 Valoración social de la madera y el carbono

6.2.6.1 Valoración de la madera

La mayoría de los encuestados considera que es importante el uso de la madera, alrededor del 90% de los individuos lo indicaron de esa manera; tan solo el 10% indicó lo contrario. Conforme a la percepción de los entrevistados, el uso de la madera debe priorizarse ante otros materiales en la construcción y por ser necesaria para la fabricación de muchos productos de uso cotidiano para las personas (Cuadro 14). Sin embargo, el 55% (5 personas) de los entrevistados opinan

que solo la madera de plantación es la que se debe destinar a este fin, debido a que la mayoría optaría a la conservación del bosque.

Lo anterior se puede deber a la información tan escasa que se brinda sobre el sector forestal, el poco conocimiento sobre manejo sostenible y la creencia de que el bosque por si solo tiene muy poco valor (CATIE, 2001). Algunas de las personas encuestadas (2) relacionan las actividades ilícitas como la tala ilegal con el manejo forestal, esto es reflejo de cómo lo percibe la sociedad en general, a pesar de tratarse de una forma sostenible de conservar los bosques. Aunado a esto, los profesionales forestales no han posicionado al manejo forestal como una alternativa sostenible y rentable que garantiza la perpetuidad de los bosques (Barquero y Hernández, 2015). Dado lo anterior, existe un espacio amplio para promover acciones dirigidas hacia el manejo sostenible de los bosques naturales de la zona y que posibles propuestas sean vistas como potenciadores de mejora en el ámbito social y económico de los pobladores de la zona de estudio.

Cuadro 14. Justificación de la importancia de la madera de acuerdo con la percepción de los encuestados, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Pregunta realizada	Nº de encuestado	Percepción
¿Qué nivel de importancia representa para usted la madera?	1	“Es muy complejo, debido a que se obtienen, tablas, artesones y ramas”.
	2	“Sin la madera no se puede construir, no se puede hacer nada, es prioritaria”.
	3	“Para cubrir necesidades económicas, utilizando madera caída”.
	4	“Depende el uso al que se le esté destinando”.
	5	“Sirve para todo, casas y muebles”.
	6	“Depende del uso al que se le quiera dar: carbón, muebles, entre otros”.
	7	“No es conveniente utilizar madera, existiendo otros materiales para la construcción”.
	8	“Cortar árboles no es bueno”.
	9	“Nos ayuda, ya que es parte del carbono y es más favorable en la construcción que el cemento”.

Los muebles son el principal uso que se le da a la madera por parte de estas personas, puesto que se utiliza en camas, mesas, sillas, bancos, entre otros, siendo estos elaborados de forma industrial o artesanal, en el apartado de la construcción la utilizan en artesones y reglas para

construir casas o cabañas para habitación u hospedaje turístico. Asimismo, por ser una región donde se realizan actividades agrícolas y ganaderas, necesariamente se usa en postes y, en una menor proporción, en aserrín para actividades de crianza de especies avícolas (Figura 11).

Las actividades productivas y de transformación de la madera son prácticamente nulas en esta comunidad. Con base en la información recabada de las encuestas en la zona, se presenta el cultivo, aprovechamiento y la transformación primaria y secundaria de forma aislada, más respondiendo a necesidades diversas y propias de la finca, por lo cual, se considera que el procesamiento de la madera es una actividad económicamente de poca relevancia en esta comunidad, lo cual se puede atribuir a que en la zona existe un mayor conocimiento sobre temas relacionados a actividades de servicio como el turismo que en relación a actividades productivas forestales como: plantaciones, manejo de bosque, entre otros (Aguilar et al., 2013).

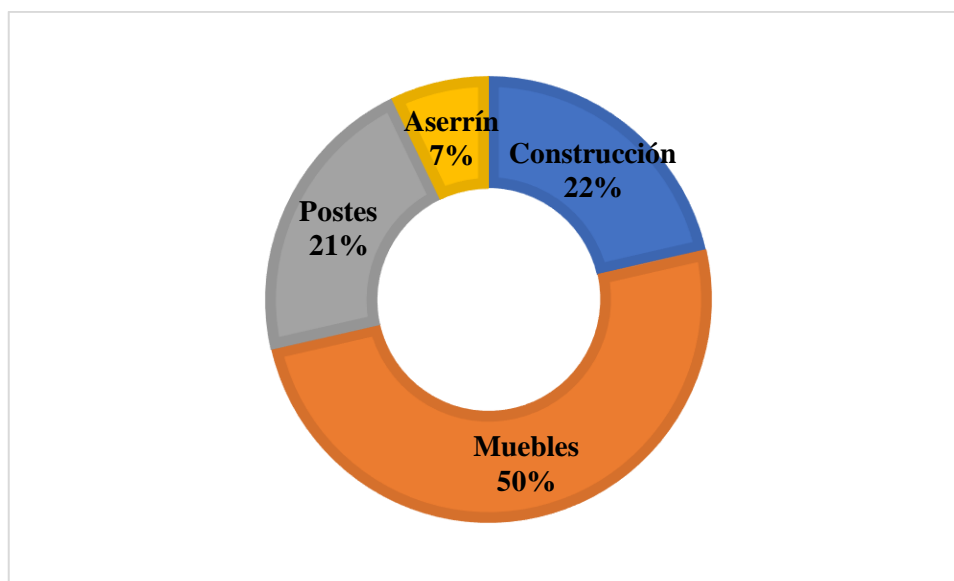


Figura 11. Principales usos que se le da a la madera por parte de los encuestados en Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Una de las mayores limitantes para el desarrollo de las actividades forestales en esta zona es la información posesoria de los dueños o administradores de los terrenos. En el presente estudio se realizó una consulta a los encuestados sobre el estado actual de sus territorios; a lo cual los entrevistados respondieron de forma desconfiada cuando se les realizó la consulta sobre si los tenían registrados. Aunque la respuesta fue “sí”, no se logró confirmar con certeza si los tienen registrados o si solo cuentan con derecho de información posesoria sobre los mismos, siendo el

estado de la tenencia de la tierra una de las principales limitaciones que imposibilitan la promoción del uso sostenible de los recursos forestales maderables.

6.2.6.2 Percepción social sobre el carbono

En lo referente al C se encontró que aproximadamente la mitad de los encuestados (4 personas) tenían conocimiento sobre este tema, pues lo asociaron al dióxido de carbono (CO_2), que tiene relación con el cambio climático. De acuerdo con su percepción, relacionaron el C con la contaminación, asimismo, lograron referirse al cambio climático como: la escasez de precipitaciones y las sequías, las demás personas (5) indicaron no saber del tema. Además, el 78% (7 personas) de los entrevistados dijo saber que los árboles absorben y almacenan el C en sus tejidos para así contrarrestar el calentamiento global (Figura 12).

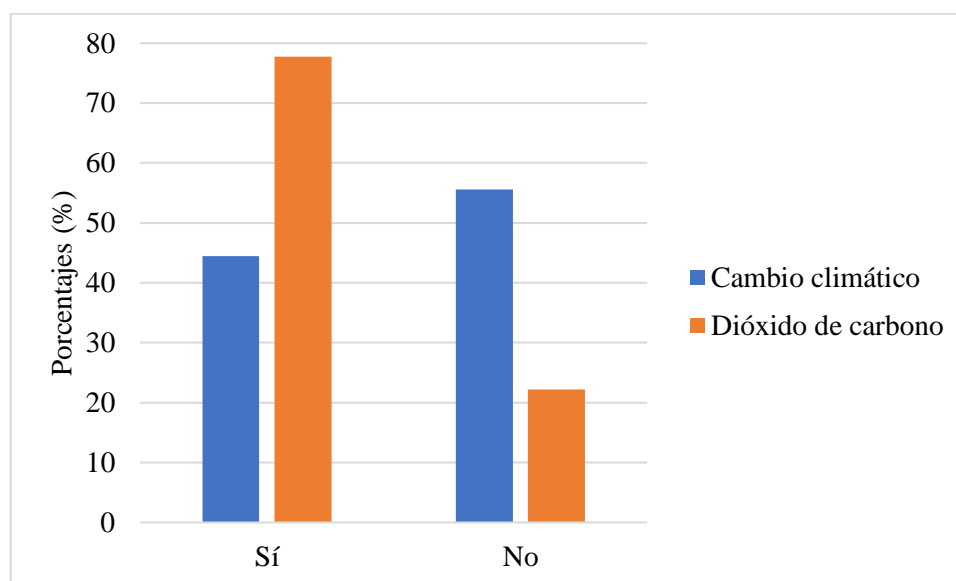


Figura 12. Percepción y conocimiento sobre carbono y cambio climático por parte de los pobladores locales de Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Se obtuvo como resultado un conocimiento básico sobre el tema del C y la concientización en relación con el cambio climático, esto se puede deber a la información que se ha suministrado en los diferentes medios, ya que este fenómeno es atribuido a las altas concentraciones de gases efecto invernadero, siendo el CO_2 el más importante (Dávalos, Rodrigues, y Martínez, 2008), y donde los árboles juegan un papel fundamental en la fijación y absorción de este compuesto, debido a que el almacenamiento de carbono es considerado un servicio ambiental que contrarresta los efectos del cambio climático. Áreas como la Reserva Forestal Golfo Dulce y el

Corredor biológico Osa, ubicado en Río Piro, Matapalo y Bahía son los principales lugares en el almacenamiento de carbono dentro de la Península de Osa (Dirzo et al., 2014).

6.3 Escenarios económicos

6.3.1 Pago de servicios ambientales

6.3.1.1 Protección de bosque y recurso hídrico

Para este escenario se consideró como supuesto que al PSA se pudiera ingresar con un mínimo de una hectárea de bosque, y se obtuvo que los ingresos en las modalidades de PSA para protección de bosque y protección de recurso hídrico serían negativos para el propietario de bosque, por lo cual no alcanzaría a solventar el costo de los servicios profesionales de un ingeniero forestal (regente), esto cuando se utilizaron las tarifas profesionales establecidas por el Colegio de Ingenieros agrónomos (CIAGRO), con un valor de $\text{C}\$25\,500^1$ por hora profesional, y donde se establece un número mínimo de horas por visita, dependiendo de la cantidad de hectáreas que posea el propietario contratante.

Cuando se cobró un 12% de honorarios profesionales sobre el monto total del contrato, como parte de una negociación entre el profesional y el propietario del bosque, los ingresos son positivos para el propietario. Aunque ciertamente los ingresos son pocos y pueden ser considerados poco rentables para los dueños de bosques (Cuadro 15), se debe reconocer que los montos obtenidos por PSA no permiten a los propietarios de bosque solventar sus necesidades básicas, ya que se necesita de grandes extensiones de bosque para que sea rentable y se pueda vivir de este ingreso.

De acuerdo con el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS) (2020), el salario mínimo de una persona en una ocupación no calificada debe ser de $\text{C}\$319\,574$, tomándose las cargas sociales, el salario aumenta a $\text{C}\$370\,706$. Con este panorama, de forma anual, la persona devenga un salario entre $\text{C}\$4\,154\,467$ y $\text{C}\$4\,819\,182$, si se toma esto como referencia, debe tener como mínimo 152 hectáreas para que sea representativo para el propietario del bosque y logre recibir recursos que representan como un salario mínimo.

¹ Tarifa por hora profesional establecida por el Colegio de Ingenieros agrónomos para el año 2019

Cuadro 15. Rentabilidad de una hectárea de bosque sometida a PSA para las modalidades de protección de bosque y recurso hídrico con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.

Área(ha)	Modalidad	Ingresos por PSA en (₡)	Egresos en (₡)		Ingresos netos del propietario en (₡)	
			CIAGRO	RF	con tarifa del CIAGRO	con tarifa del RF
1	PB	354 350	653 041	117 023	-298 691	237 327
	RH	442942	658 357	132 970	-215 415	309 972

PB: Protección de Bosque, PH: Protección de Recurso Hídrico, CIAGRO: Colegio de Ingenieros Agrónomos, RF: Regente Forestal

De acuerdo con Jiménez (comunicación personal, 27 de mayo del 2020), los regentes forestales cobran entre un 8% a un 12% del monto total del contrato con FONAFIFO, y, de acuerdo con la ley forestal N°7575, el monto por cobrar no puede exceder el 18% del valor del contrato con esta entidad. Los resultados obtenidos donde se consideró una tarifa del 12% por parte de un regente forestal (RF) son más rentables para el productor en áreas menores a 16 hectáreas, si se compara con las tarifas que establece el CIAGRO; pero las condiciones que se establecen en la conservación son poco rentables con respecto a los otros usos de la tierra con los que se compete, y donde esta poca rentabilidad se evidencia con mayor claridad en terrenos pequeños.

Los ingresos potenciales, cuando se consideró una extensión de un 32% de bosque dentro de las fincas, proyectaron que son poco rentables para los productores que poseen extensiones menores a 3,5 hectáreas, pero también refleja que los mismos no serían atractivos para los propietarios locales de acuerdo con los cálculos realizados con los rubros en los que el interesado debe incurrir para la formalización y ejecución del proyecto. Asimismo, se encontró que los proyectos que sean realizados en bosques mayores a las 64 hectáreas son los más rentables. También se obtuvo que los contratos con menor extensión de tierra son menos rentables con las tarifas del CIAGRO, y se vuelven más rentable cuando incrementa la extensión del bosque en comparación a la tarifa establecida por el RF (Cuadro 16).

Cuadro 16. Rentabilidad de PSA para las modalidades de protección de bosque y recurso hídrico con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.

Área(ha)	Modalidad	Ingresos por PSA en (₡)	Egresos en (₡)	Ingresos Netos del propietario en (₡)		
				CIAGRO	RF	con tarifa del CIAGRO Con tarifa del RF
3,3	PB	1 172 899	702 154	264 362	470 745	908 537
	RH	1 466 138	719 748	317 145	746 390	1 148 993
16	PB	5 687 318	973 019	1 076 957	4 714 298	4 610 360
	RH	7 109 219	1 058 333	1 332 899	6 050 886	5 776 320
64,2	PB	22 756357	2 311 521	4 153 564	20 444836	18 602793
	RH	28 445735	2 652 884	5 177 652	25 792851	23 268083

PB: Protección de Bosque, PH: Protección de Recurso Hídrico, CIAGRO: Colegio de Ingenieros Agrónomos, RF: Regente Forestal

Dentro de la Península de Osa, el área de importancia hídrica establecida por FONAFIFO (2018) no incluye la zona de estudio dentro de esta área prioritaria (Figura 13). Sin embargo, se visualizó que existe una gran la cantidad de afluentes que se encuentran en esta zona y que podrían otorgar una mayor valoración a los terrenos con base en el PSA y permitirían acceder a la modalidad de recurso hídrico, que es mejor remunerada que la protección de bosque. Otra razón para poder acceder a esta es que en este lugar la mayoría de los pobladores utilizan estos recursos hídricos para sus actividades diarias.

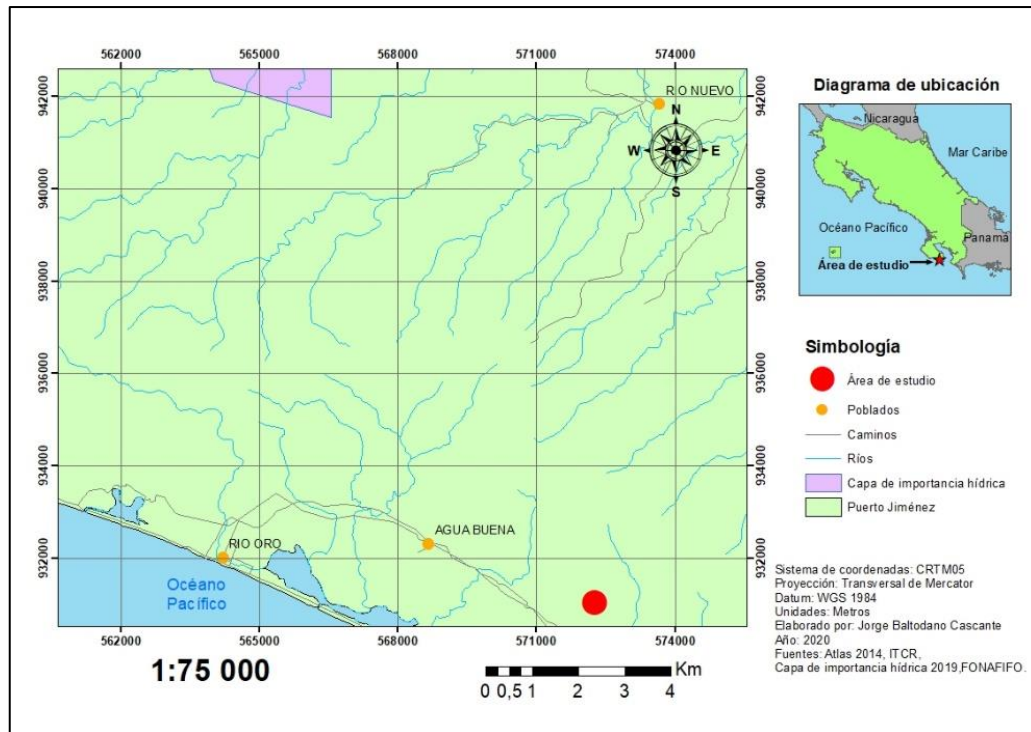


Figura 13. Zona de importancia hídrica en la Península de Osa establecida por FONAFIFO para pago por servicios ambientales 2019.

Se debe considerar que, para optar al régimen de PSA, es necesario tomar en consideración que FONAFIFO cuenta con una matriz para evaluar y otorgar una calificación a las fincas que deseen ser beneficiarias de este programa (Anexo 1). De acuerdo con FONAFIFO (2005), las áreas prioritarias serán establecidas por medio del decreto emitido por el Poder Ejecutivo, y, en primera instancia, se procederá a seleccionar los proyectos de estas zonas; cuando se termine la demanda de áreas prioritarias, se seleccionarán proyectos de otras zonas del país que cuenten con alto potencial para ingresar a este programa.

Muchas de las fincas del área de estudio se encuentran dentro de la reserva Forestal Golfo Dulce y dentro del Corredor Biológico Osa, las cuales corresponden a áreas prioritarias dentro del programa de pago de servicios ambientales. Asimismo, como referencia se pueden tomar los contratos de protección de bosque que se han realizado en esta zona (Figura 14), en su mayoría corresponden a contratos establecidos para protección de bosque.

De acuerdo con Contraloría General de la República (2011), la priorización de zonas ha servido para clasificar las fincas, pero no para optimizar la selección de las que mejor clasifiquen para cumplir con los criterios de conservación. Al poseer esta zona una alta diversidad biológica y

ser de bajo índice social, se debe tener prioridad sobre otras del país debido a que los ingresos de PSA pueden servir para subsistencia o complemento de actividades poco remuneradas en el área de estudio.

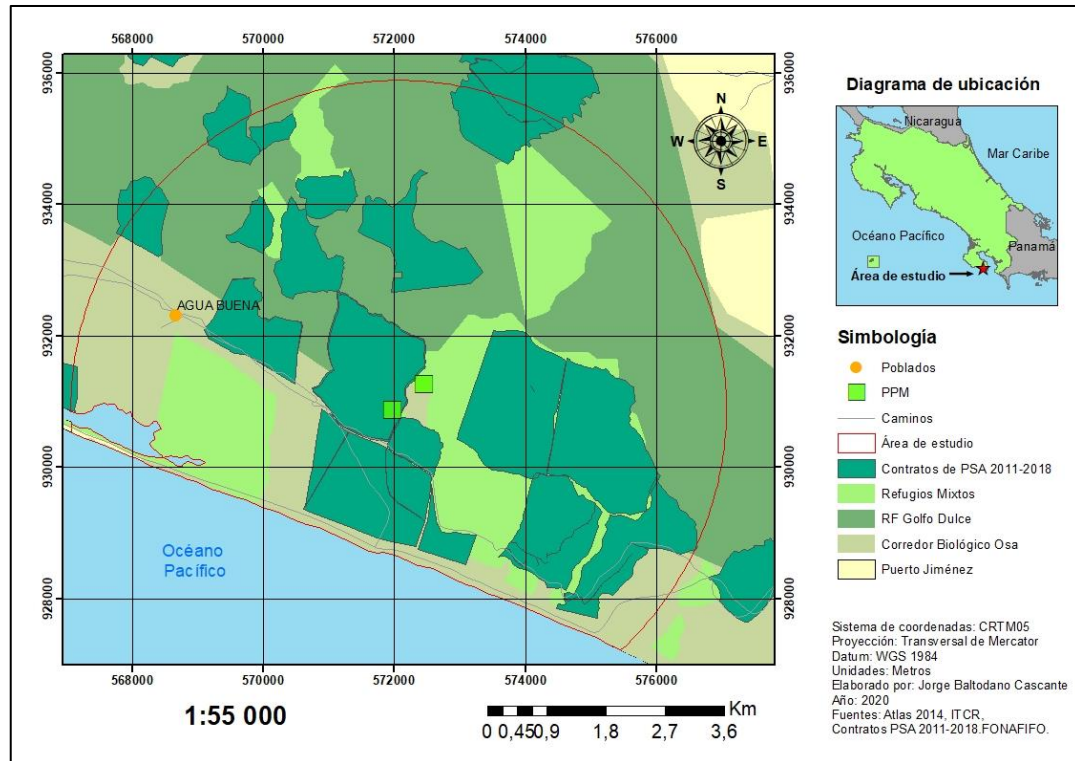


Figura 14. Área de contratos PSA otorgados para el periodo 2011- 2018, en la zona de Piro, Península de Osa, Costa Rica.

6.3.2 Venta de carbono

La venta de este servicio se efectúa a través de un mercado de carbono, que es un mecanismo que se creó para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. El CO₂ es utilizado como moneda de canje, los créditos de carbono se establecen mediante la captura o emisión evitada de una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e) (Díaz-Cruz, 2016). Esto puede realizarse por medio de los lineamientos establecidos en el Protocolo de Kioto o ejecutarse mediante los mercados voluntarios (Lucatello, 2012),

Los mercados voluntarios de carbono funcionan con mecanismos de certificación, donde se verifica que las emisiones reducidas y compensadas sean verídicas. La agencia certificadora aprueba los proyectos (Cuadro 17), y estos generan bonos de carbono que pueden ser comercializados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2020).

Cuadro 17. Estructura de costos modificada de *Plan Vivo* para el escenario de venta de carbono, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Plan Vivo			
Actividades	\$/ha	¢/ha	
Revisión de la idea del PIN	7,5	4537,5	
Revisión del proyecto y especificación técnica	18	10890	
Revisión adicional	16	9680	
Actualizaciones del PDD / especificaciones técnicas	10	6050	
Validación y revisión de informes	10	6050	
Monitoreo	0	0	
Registro	40	24200	
Consultoría Forestal y establecimiento de parcela	650	393250	
Total	752	454658	

Adaptado de Fundación Plan vivo, 2020

Los resultados obtenidos para dióxido de carbono de las formaciones vegetales en estudio indicaron que el BPC posee aproximadamente $521 \text{ MgCO}_2 \text{ ha}^{-1}$, con lo cual se obtendría un ingreso potencial para el productor de 1,12 millones de colones por hectárea. El BPL presenta existencias de $586 \text{ MgCO}_2 \text{ ha}^{-1}$, con un potencial de 1,31 millones de colones por hectárea (Cuadro 18).

De acuerdo con esto, se encontró una diferencia de 196 mil colones por hectárea entre los bosques. Estos ingresos potenciales se verían afectados por los costos de certificación y verificación de la empresa con la que desee certificarse. Lo que se debe tener definido es el tipo de proyecto que quiere desarrollarse, siguiendo el estándar más adecuado, debido a que estos costos son muy diversos y elevados para el productor (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, [ITESM], 2018).

De acuerdo con lo planteado, el mecanismo REDD+ incentivaría a la emisión de créditos de carbono en los cuales se cuantificarían las emisiones no emitidas con base en la “deforestación evitada”, es decir, manteniendo los árboles en pie, y los que posteriormente podrían ser comercializados en los mercados de carbono. En este se debe cuantificar el carbono almacenado en un determinado bosque para así determinar la cantidad de carbono que se puede mantener mediante la reducción de la deforestación y la degradación forestal (Climate Change Media y Partnership [CCMP], 2009).

Este mecanismo todavía requiere de métodos tradicionales de inventarios de carbono, en él los ingenieros forestales deberían incidir o promover la capacitación de técnicos para el monitoreo, validación y verificación, donde estas funciones podrían contemplarse dentro de las funciones del regente forestal que posee fe pública o el valuador forestal, debido a que los promedios nacionales de existencias de carbono pueden castigar a zonas con mayores almacenes de carbono si se establecen estos como línea base.

El monto total de los beneficios REDD+ que puede recibir un país dependerá de los costos de oportunidad y de su implementación, debido a que la distribución de los beneficios de este mecanismo se realiza con base en las partes interesadas en los ingresos monetarios obtenidos por la comercialización del carbono forestal; en esta parte es donde los propietarios de bosques deberían ser los directos para poder mantener los bosques en pie. (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2009).

Cuadro 18. Valoración económica de las existencias de carbono en BPC y BPL en USD\$ y moneda nacional.

Rubro	BPC		BPL	
	\$/ha	₡/ha	\$/ha	₡/ha
Ingresos	2 606	1 576 630	2 930	1 772 650
Egresos	752	454658	752	454658
Ingreso neto	1 855	1 121 972	2 179	1 317 992

Para la conversión se utilizó el tipo de cambio del 10 de marzo del 2021; \$1 Dólar = ₡605 colones, Fuente: Banco Central de Costa Rica

A nivel país, el mercado doméstico de carbono de Costa Rica es un mecanismo voluntario que permite a cualquier interesado, físico o jurídico en general, comprar o comercializar Unidades Costarricenses de Compensación (UCC) para los interesados en lograr la carbono neutralidad. Hasta el momento se tiene como única entidad autorizada para la venta al FONAFIFO (Salgado et al., 2013). Con esto se imposibilita a los dueños de terrenos forestales comercialización del carbono producido en sus boques a nivel nacional de forma directa y sin la intermediación de esta entidad.

De acuerdo con el World Bank et al. (2017), los precios que se han establecido para el carbono están por debajo de los 10 USD, y cerca de las tres cuartas partes de las emisiones cubiertas no superan esa cifra. Por este motivo se eligió el valor de 5 USD, el cual se catalogó como un valor conservador para el caso de la comercialización de este SE, ya que los precios para lograr la

disminución de la temperatura, con base en el Acuerdo de París, deben de rondar entre los 40 y 80 USD para el 2020. Con base en el Banco Mundial (2019), el precio para el carbono en la región latinoamericana no supera los 6 USD en precio por Tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_{2e}).

Por su parte, autores como Bautista y Torres (2003) y Gayoso (2005) establecieron un precio para el carbono de 10 USD, basándose en la experiencia de Costa Rica en las transacciones de este tipo. Por otro lado, Kerr et al. (2001) establecieron el mismo monto basándose en certificados de reducción de emisiones, mientras que Martel y Cairampoma (2012), en su investigación sobre existencias de carbono en un ecosistema de Perú, utilizaron un precio de 15 USD. Esto sirve como base para no generar falsas expectativas sobre los precios del carbono en el mercado.

Para proyectos forestales enfocados en carbono, se puede acceder a mercados voluntarios como:

- Plan Vivo (enfocado en el pago de servicios ecosistémicos y manejo forestal).
- Carbco Platinum Carbon Standard (proyectos forestales con transparencia y sustentabilidad, protegiendo bosques y su biodiversidad, además de crear desarrollo social).
- CarbonFix Standard (proyectos de forestación, reforestación y agroforestería que demuestren compromisos y responsabilidad para desarrollo sostenible).

6.3.3 Manejo forestal

En el caso del aprovechamiento forestal sostenible, solo se tomó en cuenta la madera con existencias de volumen igual o mayor a las 10 pmt y los precios para madera aserrada, esto debido a que son las opciones que pueden generar una rentabilidad más alta a los dueños de bosque. Sin embargo, para estimar un resultado más acorde a la realidad del manejo forestal, se realizó una estructura de los costos (Cuadro 19) en los cuales deberán incurrir los propietarios que decidan realizar un plan de manejo para el aprovechamiento sostenible de sus respectivos bosques.

Cuadro 19. Estructura de costos básica para aprovechamiento forestal potencial en Piro, península de Osa, Costa Rica, 2019.

Costos de aprovechamiento	₡/pmt
Corta, desrame y troceado	10
Arrastre mecanizado	45
Carga	10
Transporte	30
Total	95
Otros costos	₡
Caminos	10% de la madera en patio
Papelería	37 635
Ingeniero Forestal	203 000
Arrastre con Búfalos	36
Aserrío	130

Elaborado con datos de ASIREA, 2016; Murillo, 2016; CIAGRO, 2019.

Luego de aplicar la estructura de costos anterior, se obtuvo, para ingresos netos, que el BPL posee valores más altos que el BPC para madera en troza, esto porque posee individuos mayores a 100 cm de DAP. En el caso de la madera aserrada, el BPC presenta mayores ingresos económicos para aprovechamiento forestal con respecto a BPL, ya que alberga una mayor cantidad de individuos aprovechables, lo que (Cuadro 20).

De acuerdo con Barrantes (1999), los montos pagados por el aprovechamiento de madera caída a los propietarios de bosque en la comunidad de Piro tuvieron un rango de los 1,48 a 3,4 millones de colones, los cuales son similares a los ingresos propuestos en este escenario.

Cuadro 20. Distribución por clase diamétrica de los ingresos netos potenciales de la venta de la madera en troza y aserrada en BPC Y BPL, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Clase diamétrica	BPC			BPL		
	N	Ingreso en (₡) en troza	Ingreso en (₡) de Aserrío	N	Ingreso en (₡) en troza	Ingreso en (₡) de Aserrío
60-70	8	691 499	1 635 024	3	558 004	1 564 872
70-80	4	664 038	2 969 512	-	-	-
80-90	4	635 487	2 465 770	1	210 437	191 720
90-100	-	-	-	2	390 070	369 492
>100	-	-	-	2	1 119 436	2 932 082
Total	16	1 991 024	3 888 668	8	2 277 948	2 781 992

Para este escenario se propuso que se realice la extracción de la madera con la combinación de la fuerza mecánica y animal (búfalos de agua), esto con el fin de reducir los impactos del aprovechamiento forestal, disminuir el área de claros que es permitida de acuerdo a la normativa actual y que los costos de aprovechamiento sean menores para los propietarios de estos bosques, ya que una de las ventajas del uso de búfalos es que pueden trabajar en terrenos que presentan una fuerte pendiente (47-55%) y transitan sin la apertura de pistas, evitándose mayores daños a la masa remanente de los bosques (Barrantes, 1999); sin embargo, de acuerdo con el estudio de Meza y Villalobos (2019), en labores de arrastre estos animales disminuyen su rendimiento en pendientes altas y lomas cortas.

Para tomar la decisión final es necesario considerar factores como una excelente planificación del aprovechamiento, los rendimientos de extracción con fuerza animal o que la cantidad de madera pueda pagar la extracción con maquinaria si el productor decide optar por este método.

Por último, se tomó un 55% de rendimiento en aserrío *in situ* de la madera basado en los resultados obtenidos en el estudio de Orozco et al. (2006), donde se determinó para el uso de motosierra y marcó un rendimiento entre el 50 a 52% para el aserrío *in situ* en bosque natural. Por su parte, Castillo et al. (2009) registraron un rendimiento entre el 50% y el 70% para la elaboración de bloques y su conversión a tablas.

6.3.4 Manejo forestal + pago de servicios ambientales

En este escenario se planteó promover el uso del recurso forestal de forma sostenible, asegurando la regeneración del bosque al ligar la cosecha a un incentivo posterior de conservación como el PSA. En este caso, se debe optar por la modalidad post cosecha.

6.3.4.1 Protección de bosque post cosecha

En este escenario se obtuvieron los ingresos potenciales para protección de bosque post cosecha, que tiene una vigencia de 5 años para el propietario del bosque. Se tomó como supuesto que las fincas de esta región pueden alcanzar calificaciones altas y se puede optar a volver a someter al bosque a una nueva valoración, para así percibir ingresos en los otros 5 años del período que se comparó entre los escenarios, que es de 10 años.

Al igual como ocurrió en el escenario de PSA, con las tarifas por honorarios profesionales establecidas por el CIAGRO, los pequeños poseedores de bosques no podrían optar al PSA, ya que esto, en lugar de generarles un beneficio económico, les generaría pérdidas (Cuadro 21). En

ese caso, lo más factible sería optar a que un RF les cobre 12% del monto otorgado para lograr percibir ingresos que serían sumamente bajos para un periodo de 10 años, alrededor de 17,375 colones.

Cuadro 21. Rentabilidad de una hectárea de bosque en PSA para las modalidades de protección de bosque postcosecha con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.

Área(ha)	Modalidad	Ingresos por PSA en (₡)		Egresos en (₡)		Ingresos netos del propietario (₡)	
				CIAGRO	RF	con tarifa del CIAGRO	con tarifa del RF
1	PC	276 840		648 390	103 071	-371 550	173 769

PC: Protección postcosecha; CIAGRO: Colegio de Ingenieros Agrónomos; RF: Regente Forestal

En el caso del pago por postcosecha, se observó que la rentabilidad es mayor en los terrenos con menor extensión que son cobrados con un valor del 12% del contrato total otorgado al propietario, esto en comparación a las tarifas del CIAGRO. Al aumentar el área ocurre el caso inverso y los ingresos tienen a disminuir si se opta a un acuerdo con el RF (Cuadro 22). En el caso de las áreas menores a las 4 hectáreas, se tienen valores negativos para el propietario del bosque si se cobran con las tarifas del colegio profesional. De acuerdo con este supuesto de área de bosque dentro de las fincas, se refleja que solamente los poseedores de extensiones grandes de bosque podrían obtener un beneficio posterior a su cosecha.

Cuadro 22. Rentabilidad de PSA para la modalidad de protección de bosque postcosecha con base en las tarifas del CIAGRO y RF a 10 años.

Área(ha)	Modalidad	Ingresos por PSA en (₡)		Egresos en (₡)		Ingresos netos del propietario en (₡)	
				CIAGRO	RF	con tarifa del CIAGRO	con tarifa del RF
3,3	PC	458 170	458 170	659 270	135 711	-201 100	322 460
16	PC	2 221 641	2 221 641	765 078	453 135	1 456 563	1 768 506
64,2	PC	8 889 332	8 889 332	1 479 500	1 657 500	7 409 832	7 231 833

PC: Postcosecha CIAGRO: Colegio de Ingenieros Agrónomos, RF: Regente Forestal

Al realizar la sumatoria de los ingresos potenciales por hectárea generados por el PSA postcosecha, y los adquiridos a través del aprovechamiento forestal, se obtuvieron los ingresos potenciales para este escenario, donde el aprovechamiento con la venta de madera aserrada para

ambos bosques presenta la mayor rentabilidad. El ecosistema de BPC presentó una mayor rentabilidad en el aprovechamiento forestal en aserrío en comparación a BPL, en el caso del aprovechamiento en troza, ocurrió lo contrario (Cuadro 23).

Cuadro 23. Ingresos potenciales en colones del manejo forestal y el pago de servicios ambientales por hectárea.

Actividad	BPC		BPL	
	Renta a 10 años ₡/ha	Renta Anual ₡/ha	Renta a 10 años ₡/ha	Renta Anual ₡/ha
APR AS+ PSA	4 062 437	406 234	2 955 761	295 576
APR TR+ PSA	2 164 793	216479	2 451 717	245 171

APR AS+PSA: Aprovechamiento forestal en aserrío y pago de servicios ambientales; APR TR+PSA: Aprovechamiento forestal en troza y pago de servicios ambientales

6.3.5 Venta de carbono + manejo forestal

En este escenario se procedió a realizar la unión entre los valores obtenidos por la venta de carbono (Escenario 2) y los ingresos mayores del manejo forestal (Escenario 3), (Cuadro 24). Se debe reconocer que el servicio de almacenamiento de carbono puede venderse a través de los mercados voluntarios de carbono de forma anual por el productor, dependiendo de los lineamientos que se establezcan en el estándar y con los compradores de este, esto como un paso previo que sirva para la obtención de ingreso, para luego combinarse con el ciclo de aprovechamiento forestal de su bosque. Sin embargo, con el aprovechamiento forestal solamente se extraerá del ciclo el carbono que está almacenado en las especies comerciales por aprovechar, quedándose el otro porcentaje dentro del ciclo natural de este.

Cuadro 24. Ingresos potenciales en colones de la venta de carbono y el aprovechamiento forestal por hectárea.

Actividad	BPC		BPL	
	Renta a 10 años ₡/ha	Renta Anual ₡/ha	Renta a 10 años ₡/ha	Renta Anual ₡/ha
APR AS+ C	5 010 640	501 064	4 099 984	409 998
APR TR+ C	3112 996	311300	3 595 990	359 594

Estos escenarios fueron propuestos con la finalidad de poder brindar varias opciones a los propietarios de bosque para que seleccionen la que se ajuste a sus necesidades o la actividad que

les pueda generar una renta mayor. Cabe destacar que estos están relacionados al manejo sostenible de los bosques debido a que la actividad forestal puede ser una alternativa económica en la zona. Según el SINAC (2018), las comunidades pueden lograr, con el aprovechamiento forestal sostenible, una forma de poder obtener ingresos, utilizando el recurso legal y siendo amigables con el ambiente.

Sin embargo, esta no es la única solución a todos los problemas económicos que presenta esta región, donde contrasta el crecimiento con la conservación, esto afecta en cierta medida la dinámica social, económica y ambiental de la península, puesto que el modelo conservacionista que se ha implementado dificulta el desarrollo de las comunidades de la zona (Vargas, Arnold, y García, 2018).

Los indicadores financieros para los cinco escenarios reflejaron que los mayores ingresos potenciales se generan en los que se incluye el aprovechamiento forestal. En BPC el aprovechamiento en aserrío con la venta del carbono almacenado (APR AS+ C) presenta los mayores ingresos, seguido del que incluye aprovechamiento + PSA (APR AS+PSA), el tercer ingreso es el aserrío (APR AS). Este bosque presenta mayores ingresos por hectárea que BPL, donde se estimó que no sobrepasa los 1,93 millones de colones en el escenario que ostenta el mayor valor (APR AS+ C). En este, el escenario de aprovechamiento forestal más venta de carbono, en sus dos categorías, APR AS + C y APR TR + C, dominan los ingresos potenciales junto a APR + PSA. Los escenarios mencionados anteriormente, no incluyen la inversión en la compra de terrenos, ya que los poseedores de bosques tienen sus propiedades desde hace muchos años atrás. Sin embargo, al consultar por el precio de la hectárea a inversionistas de la zona, este se establece en un precio aproximado de 450 000 colones, de tal manera que al incluir un costo asociado al costo de la tierra, se observó que los escenarios tienden a ser menos rentables para los dueños de bosques, inclusive los escenarios de PSA y carbono generaría pérdidas (Cuadro 25), por lo cual, para un inversionista que piense en compra de terrenos para optar por estos ingresos, deberá buscar alternativas más dinámicas desde el punto de vista económico, para que le permita como mínimo recuperar su inversión.

Cuadro 25. Indicadores financieros por hectárea, para los cinco escenarios económicos propuestos para un período de 10 años, Piro, Península de Osa, Costa Rica.

Escenario	Subescenario	VAN 1	VAN 2	TIR 1	TIR 2	B/C 1	B/C 2
Pago por Servicios ambientales	PSA PB	66962	-383 038	53	-19	1,41	-0,8
	PSA RH	90940	-359 060	47	-15	1,37	-1,0
Venta de Carbono	C BPC	32915	-417 085	9	-7	1,03	-28,1
	C BPL	164 085	-285 915	17	-2	1,16	-22,2
Manejo Forestal	APR TR BPC	1 041 041	591 041	87	24	1,41	0,80
	APR AS BPC	2 378 258	1 836 908	175	54	1,73	1,34
	APR TR BPL	1 227 284	777 284	100	29	1,45	0,92
	APR AS BPL	1 630 371	1 089 021	122	36	1,49	1,00
Manejo Forestal + Pago por Servicios Ambientales	APR TR + PSA BPC	1 088 143	638 143	86	25	1,40	0,82
	APR AS + PSA BPC	2 404 164	1 884 010	169	54	1,72	1,35
	APR TR + PSA BPL	1 274 386	824 386	99	29	1,44	0,93
	APR AS + PSA BPL	1 739 507	1 136 123	120	37	1,49	0,97
Venta de Carbono + Manejo Forestal	APR TR + C BPC	1 073 956	623 956	42	19	1,30	0,76
	APR AS + C BPC	2 577 004	1 869 822	77	40	1,63	1,18
	APR TR + C BPL	1 391 369	921 280	50	24	1,37	0,91
	APR AS + C BPL	1 703 106	1 253 106	60	30	1,44	1,06

Pago de servicios ambientales: PSA (protección de bosque: PB, recurso hídrico: RH); venta de carbono: C; manejo forestal: (aprovechamiento en troza: APR TR, aprovechamiento en aserrío: APR AS); manejo forestal + pago de servicios ambientales: (aprovechamiento en troza: APR TR+PSA, aprovechamiento en aserrío: APR AS+PSA); manejo forestal + carbono: (aprovechamiento en troza: APR TR + C, aprovechamiento en aserrío: APR AS + C); VAN 1; TIR 1; B/C 1; sin inversión inicial en la compra de tierras; VAN 2; TIR 2; B/C 2; con inversión inicial en la compra de tierras.

De acuerdo a los diferentes escenarios analizados, el aprovechamiento no solamente beneficiaría económicamente a las familias poseedoras de bosques, sino que también contribuye con la dinámica en el ambiente, ya que la extracción de los árboles maderables propiciará la regeneración natural y se promoverá una silvicultura a través de la dinámica de claros en el bosque, con lo que promovería la fijación de carbono (Bautista y Torres, 2003).

En este estudio, se observó que los escenarios que solo incluyen una actividad económica presentaron ingresos menores (Aprovechamiento forestal, PSA, Venta de Carbono) en comparación con los que incluyeron la combinación de dos actividades económicas, pues en estos la integración de sus componentes permite obtener ingresos sostenidos a lo largo del tiempo, lo que se puede constituir en una oportunidad productiva para esta área, ya que, según

Pérez (2002), las zonas que bordean la Reserva Forestal Golfo Dulce poseen un potencial productivo limitado y eso provoca la apertura de nuevas áreas para la producción agropecuaria, con lo que se origina una mayor presión sobre los bosques, de ahí el porqué de incentivar el manejo del bosque, como una alternativa que propicie el mantenimiento de este recurso a través de prácticas silvícolas. Aunque la actividad forestal en ACOSA ha disminuido; para el año 2011, solamente 1300 m³ de madera se aprovecharon y la mayoría de permisos que se otorgan es para madera caída (Dirzo et al., 2014), sin embargo existe antecedentes que expresan un mayor trasiego por tala ilegal.

Si bien el programa de PSA tiene más de 20 años de funcionar, los montos tan bajos que se pagan y los altos de costos de implementación imposibilitan a los pequeños propietarios ingresar a este programa, por esta razón se debe realizar el encadenamiento productivo de las actividades agroforestales.

Los escenarios propuestos plantean una serie de opciones económicas para que los dueños de bosques puedan segmentar de forma inteligente los ecosistemas presentes en sus fincas, y así mantengan un flujo de ingresos constante, lo que otorgaría una oportunidad de desarrollo para los propietarios de esta zona. Debido a que las actividades relacionadas al manejo forestal han sido inexistentes por muchas décadas, este poco dinamismo de la economía productiva de bosque puede ser otro de los factores que contribuyen al incremento de la pobreza en una zona que presenta un bajo índice de desarrollo social. Por lo que la implementación de prácticas de manejo forestal, unido a la comercialización de carbono y la venta de madera con un valor agregado, sería prácticas que ayudaría a la conservación de los bosques de la mano de actividades productivas, con lo que se reduciría la tala ilegal. Esto mantendría los bosques en pie, produciendo un flujo constante de servicios ecosistémicos que podría disfrutar próximas generaciones, con lo que se alcanzarían los objetivos de desarrollo sostenible para el año 2030.

7. Conclusiones

Estos bosques primarios presentaron un gran potencial en su capacidad productiva, ya que un grupo considerable de especies (64) son comerciales y otro gran porcentaje corresponde a especies que potencialmente pueden entrar en esa categoría, donde se presentó una dominancia de especies de maderas semiduras y duras, que aproximadamente corresponden a 279,4 m³ ha⁻¹ y 223,2 m³ ha⁻¹ del volumen a la altura comercial para ambos ecosistemas. No obstante, las

evaluaciones y análisis obtenidos concluyen que el BPC y el BPL presentan una producción conjunta de $146,1\text{m}^3$ en 2 ha, lo que representa el 49,8 % del volumen clasificado como actualmente comercial, este mismo está por encima del diámetro mínimo de corta, donde se contabilizaron 20 individuos. Sin embargo, es necesario aclarar que esta evaluación puede servir como insumo para promover prácticas que posibiliten un aprovechamiento forestal sostenible

La mayor reserva de carbono se encuentra en BPL, concentrando 159 Mg ha^{-1} en biomasa aérea y $23,9\text{ Mg ha}^{-1}$ en radicular; mientras tanto, el BPC presenta un valor total de $163,8\text{ Mg ha}^{-1}$ entre la parte aérea y radicular. A nivel de las 10 familias botánicas más representativas en contenidos de carbono, la Moraceae fue la que registró los mayores valores, con $20,65\text{ Mg ha}^{-1}$ en BPC y $45,84\text{ Mg ha}^{-1}$ para BPL. Sin embargo, las familias Anacardiaceae, Caryocariaceae, Fabaceae y Myristicaceae son importantes en el almacenamiento de carbono por la abundancia y dimensión de sus individuos presentes. A nivel de especies para las formaciones vegetales, *Tapirira guianensis* es la especie más importante en almacenamiento de carbono, aunque las especies *Caryocar costarricense*, *Tetragastris panamensis* y *Dialium guianense* son relevantes en este mismo apartado, aparte de que superan el DMC.

El balance general de la valoración social realizada, con base en la intensidad de uso de los bienes y servicios del bosque, demostró que las personas catalogaron que los servicios de provisión más utilizados e importantes para ellos son: los alimentos, la leña y la madera.

En lo referente a los servicios de regulación y soporte, los pobladores locales le otorgaron la máxima calificación de reconocimiento al servicio de secuestro de carbono (100%), puesto que lo relacionan a la contaminación y al cambio climático. Sin embargo, servicios como la regulación de agua, dispersión de semillas y ciclo de nutrientes obtuvieron una calificación regular, el control de la erosión recibió una valoración del 44%, lo que indica un desconocimiento de estos servicios ecosistémicos por parte los pobladores.

La recreación fue el servicio cultural mejor valorado por parte de los encuestados, eso sin alcanzar un valor convincente, solamente el 77,7% consideró que es un servicio que brindan los bosques. Por otro lado, los otros dos servicios: la educación y la espiritualidad obtuvieron una valoración menor que alcanzó el 67%, lo cual refleja que son servicios de los bosques difíciles de percibir por parte de los pobladores debido a que están relacionados a la parte social.

La valoración obtenida para los SE seleccionados técnicamente para esta investigación indica que la madera tiene un alto valor entre los entrevistados. Sin embargo, las restricciones que existen en el lugar y el desconocimiento sobre el manejo forestal sostenible limitan su aprovechamiento local y su encadenamiento productivo para un recurso que se presenta con abundancia. La construcción con madera puede presentar una oportunidad sostenible para generar empleo, mejorar las condiciones de vida y para la conservación del medio ambiente, al sustituir materiales con una mayor huella de carbono por la madera.

De acuerdo con los escenarios económicos, se concluye que el escenario más rentable es el que contempla la venta de carbono + el manejo forestal (aprovechamiento en aserrío), esto sí se considera la venta de la madera aserrada como un generador de valor, ya que los escenarios que presentaron mayores ingresos fueron los que incluyen esta alternativa, manejo forestal (aprovechamiento en aserrío) + pago por servicios ambientales.

Con base en los indicadores de rentabilidad para los escenarios propuestos, el manejo forestal es la actividad productiva que genera una mayor contribución económica, y repercute de manera significativa al combinarse con las actividades de comercialización de carbono y pago por servicios ambientales; si, por el contrario, no se incluye esta combinación, estos escenarios resultaron ser los menos rentables para los productores forestales inclusive siendo dueños el terreno, ya que si se debe de invertir en la compra de tierras la situación es mucho más desfavorable, debido a que los incentivos por pago de servicios ambientales son insuficientes para que los dueños de bosque puedan satisfacer sus necesidades y la tenencia de bosque sea competitiva y atractiva ante otras actividades productivas como la palma de aceite o la piña.

Es evidente que desde un marco productivo la complementariedad de actividades socio productivas puede representar un marco interesante que permita a futuro ser un gestor de cambio, no solo en cuanto a que los bosques aporten mayores recursos económicos para los dueños de bosques, si no que a la vez potencie mantener los recursos forestales de la zona y que estos no se vean como una limitante en cuanto al uso productivo de la tierra.

8. Recomendaciones

Se debe resolver el tema de ordenamiento territorial y la tenencia de la tierra en la Península de Osa, puesto que esta es la mayor limitante en temas de manejo forestal en la zona, por lo cual las personas optan por realizar actividades ilícitas para obtener recursos económicos de forma

rápida para el sustento de sus familias. Se considera importante realizar un estudio más detallado de la situación legal de los que dicen ser dueños de los bosques, debido a que, en la recolección de información realizada, no se tiene la certeza de que los terrenos estén registrados conforme al marco legal.

Se debe considerar al bosque como un fondo de carbono que, si no se maneja adecuadamente, las emisiones pueden incrementar de forma drástica. Una de las opciones para darle mayor valor al bosque es otorgándole un valor de mercado a las existencias de dióxido de carbono y no solamente a los incrementos anuales de captura de carbono y donde los propietarios de bosques sean compensados directamente, por la conservación del bosque que beneficia a la sociedad en general, pero a cambio ellos no reciben ningún beneficio que contribuya a su desarrollo social y económico.

Plantear la posibilidad de generar un proyecto piloto donde se puedan llevar a la práctica los escenarios propuestos, de manera que se explique a los propietarios de los terrenos que estas actividades se pueden realizar en sus bosques para generar ingresos y dinamismo económico en la comunidad y optar a la inclusión de otros escenarios o actividades más detalladas como el ecoturismo, esto debido que es una actividad que entra dentro del manejo forestal sostenible y la cual debería desarrollarse más en esta zona.

Realizar extensión forestal en la Península de Osa, donde se generen alianzas y cooperación técnica entre organizaciones forestales y dueños de áreas boscosas enfocada en la productividad del bosque: servicios ecosistémicos, manejo forestal sostenible y la madera como un material noble de uso necesario, con ello se puede demostrar que el uso responsable del bosque puede contribuir a su conservación y al desarrollo social y económico de la comunidad a través del tiempo.

La administración forestal del estado tiene que mejorar las condiciones del pago por servicios ambientales, debido a que las condiciones actuales, nos son favorables ni atractivas para los pequeños poseedores de bosque, lo que puede favorecer a su desaparición o degradación. También debe de proteger al productor forestal del exceso de trámites y que los planes de manejo de bosque que reúnen las características técnicas y legales sean aprobados eficientemente y no se atrasen o archiven por tema de preferencias personales de los funcionarios de las áreas de conservación.

9. Referencias

- Abanto, V., Cruz, F., y Beltrán, S. (2018). Estudio Taxonómico y morfológico de 20 especies forestales en el bosque CICFOR-Macuya, Pucallpa-Perú. *Investigación Universitaria*, 8(2), 40-57.
- Abouhamad, S. de L., Ramírez, M. V. R., Ramírez, J. L. M., Céspedes, K. S., y Alpízar, A. L. S. (2017). Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la sociedad y su relación con la restauración ecológica. *Biocenosis*, 31(1-2), 80-92.
- Acevedo, H. (2012). *Gestión integrada de cuencas Hidrográficas desde la aproximación de servicios de los ecosistemas: El caso de la cuenca del Río Frío-Costa Rica* [Tesis de Maestría, Universidad Internacional de Andalucía]. <https://bit.ly/3d4wLqG>
- Agbenyega, O., Burgess, P. J., Cook, M., y Morris, J. (2009). Application of an ecosystem function framework to perceptions of community woodlands. *Land Use Policy*, 26(3), 551-557. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.08.011>
- Aguilar, B., Erbure, L., González, A., Jarquín, M., Lucke, I., Hidalgo, A., Fernández, A., Vargas, N., Hidalgo, M., Carranza, M., y Houndjinou, E. (2013). *Conciliando Productivamente: Identificación de Actividades Viables de Producción Sostenible para Pobladores/as de la Reserva Forestal Golfo Dulce*. (La Iniciativa Osa y Golfito, INOGO, p. 125). INOGO, Stanford Woods Institute for the Environment-Fundación Neotrópica. <https://stanford.io/2U4Q1vt>
- Aguilar-Correa, C., Valencia-Fuentes, C., Huentemilla-Rebolledo, M., Valderrama-González, D., Rojas-Correa, Á., Méndez-Contreras, M., y Tapia-Hernández, C. (2019). Percepción sobre servicios ecosistémicos culturales asociados al bosque nativo por parte de un grupo universitario de estudiantes de pedagogía. *Revista Electrónica Educare*, 23(3), 1-24. <https://doi.org/10.15359/ree.23-3.19>
- Aguilera-Taylor, I, Corzo, A, y Muñoz-Castro. (2007). Servicios ambientales de una palma endémica: Su importancia para la población rural. *Gaceta ecológica.*, 84-85, 75-84.
- Alarcón, J., Llorens, A., Ormeño, G., Alarcón, J., Llorens, A., y Ormeño, G. (2019). Ingeniería kansei aplicada a un estudio referido a cinco maderas comerciales de Chile. *Madera y bosques*, 25(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511553>
- Álvarez, G, García, N, Krasilnikov, P, y García, F. (2013). Almacenes de carbono en bosques montanos de la niebla de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Agrociencia*, 47, 171-180.

- Amador, S. (2016). *Caracterización del territorio Península de Osa: INDER, Costa Rica*. Instituto de Desarrollo Rural (INDER).
- Andía, W. (2014). Indicador de Rentabilidad de Proyectos: El Valor Actual Neto (VAN) o el Valor Económico Agregado (EVA). *Industrial Data*, 14(1), 15-18. <https://doi.org/10.15381/idata.v14i1.6204>
- Andrade, D. (2010). *Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: Uma contribuição da economia ecológica* [Doctorado, Universidade Estadual de Campinas]. <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000480718>
- Asamblea legislativa. (2011). Ley Forestal N° 7575. *La Gaceta*, 13 febrero de 1996. 178.
- Baker, T. R., Phillips, O. L., Malhi, Y., Almeida, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killeen, T. J., Laurance, S. G., Laurance, W. F., Lewis, S. L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D. A., Patiño, S., Pitman, N. C. A., M. Silva, J. N., y Vásquez Martínez, R. (2004). Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian Forest biomass: Wood specific gravity and Amazonian biomass estimates. *Global Change Biology*, 10(5), 545-562. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2004.00751.x>
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-149.
- Balvanera, P., y Cotler, H. (2007). Acercamientos al estudio de los servicios ecosistémicos. *Gaceta ecológica*, 84-85, 8.
- Balvanera, P y Cotler, H. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. *Capital natural de México*, 2, 185-245.
- Banco Mundial. (2019). *Carbon Pricing Dashboard | Up-to-date overview of carbon pricing initiatives*. Carbon Pricing Dashboard. https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data
- Barón, M., y Triana, M. (2017). Estimación de la Biomasa y Carbono Almacenado en la Cobertura Arbórea de la Región del Carare—Opón (Santander, Colombia). *INGE CUC*, 13(2), 84-94. <https://doi.org/DOI:> <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.13.2.2017.09>
- Barquero, A., y Hernández, G. (2015). Bosques y Pago de Servicios Ambientales en Costa Rica. *Ambientico*, 253, 12-16.

- Barquero, M., Chacón, E., Huber, W., Jenking, D., Lechner, M., Wanek, W., Weber, A., y Weissenhofer, A. (2009). *Para afiliaciones ver página 136 / for affiliations see page 136*. 21.
- Barrantes, F. P. (1999). *Rentabilidad y beneficios socioeconómicos del Manejo Extractivista de Madera Caída (Proyecto REMAC), Península de Osa, Costa Rica* [Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0196e/A0196e.pdf>
- Barreto, L. H., y León, B. S. D. (2005). Masa total y contenido de nutrientes en raíces finas de ecosistemas forestales (*Pinus patula* Schltl y *Cham Cupressus lusitanica* Mill y *Quercus humboldtii* Bonpl.) De Piedras Blancas, Antioquia-Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(2), 24.
- Barrios, F., Bolilla, J. A., Martínez, M., y Medina, H. H. (2007). Determinación del Porcentaje de Desperdicio en las Labores de Aprovechamiento Forestal en un Bosque Pluvial Tropical en el Municipio de Medio San Juan, Chocó, Colombia. *Nova*, 5(8), 154-160. <https://doi.org/10.22490/24629448.384>
- Bautista, J., y Torres, J. A. (2003). Valoración económica del almacenamiento de carbono del bosque tropical del ejido Noh Bec, Quintana Roo, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(1), 69-75.
- Belisle, M., Madrid, C., Paredes, O., y Zaldívar, R. (2001). *Informe Técnico N°6 Propiedades y usos de la madera de «Piojo» Tapirira guianensis Aubl.* (Serie Tecnológica de Maderas Hondureñas, p. 20) [Técnico]. Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales. [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2286/Technical/pd47-94-1f%20rev3\(I\)%20s_Piojo_S.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2286/Technical/pd47-94-1f%20rev3(I)%20s_Piojo_S.pdf)
- Blanco, J. A. (2017). Bosques, suelo, agua y sus interacciones. *Ecosistemas*, 26(2), 1-9. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-2.01>
- Boyd J y Banzhaf S. (2007). What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecology Economic*, 63, 616-626.
- Brown, S. (1997). *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer* (Técnico N.º 134; FAO Forestry Paper). FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/3/w4095e/w4095e00.htm>

- Brüschweiler, S., Kläy, A., y Höggel, U. (2004). *Forests and water: Managing interrelations* *L'eau et la forêt: Gestion d'une interrelation* *Los bosques y el agua: Interrelaciones y su manejo*. <https://doi.org/10.7892/BORIS.72600>
- Cabrera, J. (2018). Marco legal del pago por servicios ambientales en Costa Rica. *Revista de Ciencias Jurídicas*, 146, 42.
- Cairns, M, Brown, S, Helmer, E, y Baumgardner, G. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1-11). <https://doi.org/10.1007/s004420050201>
- Camacho, A. (2010). *Un nodo de cooperación sobre: Los servicios ambientales en Costa Rica*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <http://repiica.iica.int/docs/B1685e/B1685e.pdf>
- Camacho, A. M. (2015). *Diagnóstico corto sobre las barreras que desalientan el manejo de bosques naturales en Costa Rica y propuestas de solución* (p. 257). Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). <https://bit.ly/2TP15Ot>
- Camacho, V y Ruíz, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Bio-ciencias*, 1(4), 3-15.
- Campo, J., García Oliva, F. G., Navarrete Segueda, A. N., y Siebe, Christina. (2016). Almacenes y dinámica del carbono orgánico en ecosistemas forestales tropicales de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), 31-38.
- Carrera, F., Orozco, L., y Sabogal, C. (1996). Manejo de un bosque muy húmedo de bajura (Corinto). En *Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales* (Vol. 2). Bib. Orton IICA / CATIE. <https://n9.cl/y44n>
- Castillo, M., R Quesada, y Fallas, A. (2009). *Sistemas de aprovechamiento de madera caí da en la Península de Osa*. (p. 45). Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://n9.cl/8qh4p>
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2001). *La Tala Ilegal en Costa Rica Un análisis para la discusión* (p. 51). <http://www.fao.org/forestry/12916-07ab84f47d392fcba7c7ffacd75758870.pdf>
- Chavarría, M. del R. (2001). *Análisis y evaluación de proyectos de inversión* [Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <https://core.ac.uk/download/pdf/76583025.pdf>
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., y Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon

- stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87-99.
<https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>
- Chave, Jérôme, Réjou-Méchain, M., Búrquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., Duque, A., Eid, T., Fearnside, P. M., Goodman, R. C., Henry, M., Martínez-Yrizar, A., Mugasha, W. A., Muller-Landau, H. C., Mencuccini, M., Nelson, B. W., Ngomanda, A., Nogueira, E. M., Ortiz-Malavassi, E., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20(10), 3177-3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Chinchilla, I. (2018). *El árbol de “ajo” (Caryocar costaricense) una especie endémica de Costa Rica y Panama*.
https://www.researchgate.net/publication/331274404_El_arbol_de_ajo_Caryocar_costaricense_una_especie_endemica_de_Costa_Rica_y_Panama
- Chou, S. W., y Gutiérrez-Espeleta, E. E. (2013). Ecuación para estimar la biomasa arbórea en los bosques tropicales de Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 26(2), 41.
<https://doi.org/10.18845/tm.v26i2.1402>
- Cifuentes-Jara, M. (2008). *Aboveground Biomass and Ecosystem Carbon Pools in Tropical Secondary Forests Growing in Six Life Zones of Costa Rica* [Doctorado, Oregon State University].
http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/cifuentes_m._2008_-_dissertation_agb_secondary_forests_cr.pdf
- Climate Change Media y Partnerhip [CCMP]. (2009). *Manual para la cobertura de REDD+*.
https://www.cifor.org/publications/pdf_files/media/MCCMP1001s.pdf
- Comisión Nacional Forestal de México (CONAFOR). (2015). *Servicios ambientales* [Institucional].
<http://www.conafor.gob.mx/web/temas-forestales/servicios-ambientales/>
- Contraloría General de la República. (2011). *Informe acerca de los efectos del programa pago por servicios ambientales (PSA) implementado por el estado costarricense* (Informe NRO. DFOE-AE-08-2011; p. 80). Contraloría General de la República.
https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/jaguar/sad_docs/2011/DFOE-AE-IF-08-2011.pdf
- Cordoves, M. A., y Vallejos, A. (2019). Mapeo del valor social en el marco de los servicios ecosistémicos. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 33(79), 177. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.58008>

- Corneed, F. (2010). Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga. Em *Os recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco o papel do manejo florestal sustentável* (Gariglio.M, pp. 99-113). Serviço Florestal Brasileiro.
- Cornejo, X, Mori, S, Aguilar, R, Stevens, H, y Douwes, F. (2012). Phytogeography of the trees of the Osa Peninsula, Costa Rica. *Brittonia* 64, 76-10. Recuperado de: *Brittonia*, 64, 76-100.
- Corredor, E, Fonseca, J, y Páez, E. (2012). Los servicios ecosistémicos de regulación: Tendencias e impacto en el bienestar humano. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 3(77-83), 9.
- Cristeche, E. R. (2009). *Valoración económica de los efectos externos de la erosión hídrica sobre la infraestructura de caminos rural en el Sur de la provincia de Córdoba, Argentina* [Maestría, Universidad de Buenos Aires]. <https://bit.ly/3aRHvGR>
- Dávalos, R, Rodrigues, M, y Martínez, E. (2008). Almacenamiento de carbono. En *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, manejo y conservación* (1. ed, pp. 223-233). Instituto de Ecología: Instituto Nacional de Ecología. <https://bit.ly/2QdrNOZ>
- Díaz-Cruz, M. C. (2016). Bonos de carbono: Un instrumento en el sistema financiero internacional. *LIBRE EMPRESA*, 13(1), 11-33. <https://doi.org/10.18041/libemp.2016.v13n1.25106>
- Dirzo, Rodolfo, Broadbent, Eben N., Almeyda Zambrano, Angélica M, Morales Barquero, Lucía, Almeyda Zambrano, Sandra L, y Quispe Gil, Carlos Alberto. (2014). *Ecosistemas Terrestres INOGO* (p. 294). Woods Institute for the Environment, Stanford University. <https://stanford.io/2W5AIVX>
- Driscoll, L., Hunt, C., Honey, M., y Durham, W. (2011). *La Importancia del Ecoturismo como una Herramienta de Conservación y Desarrollo en la Península de Osa, Costa Rica*. Center for Responsible Travel (CREST). <https://bit.ly/2TXCV30>
- Duque, S., y Quintero, M. (2008). Los componentes tangibles e intrangibles de la biodiversidad: Una mirada socio-jurídica. *Revista ACTA Geográfica*, 3, 07-17. <https://doi.org/10.5654/actageo2008.0103.0001>
- Economics for the Environment Consultancy (eftec). (2005). *The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review* (p. 42). Department for

- Fantini, A. C., y Siminski, A. (2016). Manejo de florestas secundárias da Mata Atlântica para produção de madeira: Possível e desejável. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 13(32). <https://doi.org/10.21713/2358-2332.2016.v13.1013>
- Fauset, S., Johnson, M. O., Gloor, M., Baker, T. R., Monteagudo M., A., Brienen, R. J. W., Feldpausch, T. R., Lopez-Gonzalez, G., Malhi, Y., Ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Baraloto, C., Engel, J., Pétronelli, P., Andrade, A., Camargo, J. L. C., Laurance, S. G. W., Laurance, W. F., Chave, J., ... Phillips, O. L. (2015). Hyperdominance in Amazonian Forest carbon cycling. *Nature Communications*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/ncomms7857>
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (2005). *Manual de procedimientos para el pago de servicios ambientales*. MINAE-FONAFIFO. <http://www.fonafifo.go.cr/media/1326/manual-psa-2005.pdf>
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO). (2018). *Recursos Hídricos 2019* [Shapefile]. FONAFIFO. http://geopsa.fonafifo.com/geoserver/GeoPSAProduccion/GEOPSA_PRIORIDAD_RECursos_HIDRICOS_2019/wfs?
- Fonseca, W. (2017). Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales. *Revista de Ciencias Ambientales*, 51(2), 91. <https://doi.org/10.15359/rca.51-2.5>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2018). *El estado de los bosques del mundo 2018 (SOFO): Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Food & Agriculture.org.
- Garófalo, B. J. (2018). *Biomasa aérea de familias botánicas del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca Río Puyo como contribución a los servicios ecosistémicos* [Licenciatura, Universidad Estatal Amazónica]. <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/423/1/T.AMB.B.UEA.3133>
- Gayoso, J. (2005). Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 1-13.
- Global Environment Facility. (2011). *Un nuevo clima para los bosques: Intervención del FMAM en favor de la ordenación forestal sostenible*. <https://bit.ly/2W8fgzy>

- Guarín, A y Hotz, H. (2015). *El análisis de servicios ecosistémicos forestales como herramienta para la formulación de políticas nacionales en el Perú*.
- Guerrero-Rodríguez, S. (2016). *Línea base socio-económica como contribución al monitoreo del impacto del manejo forestal sostenible, sobre las estrategias de vida de familias propietarias de bosque en la Reserva Forestal Golfo Dulce, Península de Osa, Costa Rica* [Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)]. <https://bit.ly/2W8XuMI>
- Guzmán, E., Pat, J. M., Gómez, R., Pohlen, J., y Álvarez, J. C. (2009). Evaluación Financiera de la Producción de Papaya en Tabasco, México, por Tecnologías Baja, Media y Alta. *Revista de la Ingeniería Industrial*, 3(1), 1-23.
- Hernández, L., Barquero, A., Montero, W., Sánchez, H., Ávila, C., y Murillo, R. (2014). *Gestión de los recursos forestales en Costa Rica* (Anual N.º 21; Vigésimoprimer Informe Estado de la Nación en desarrollo humano sostenible, p. 26). CONARE. <https://bit.ly/2U2OMN7>
- Hernández Trejo, V., Avilés Polanco, G., y Almendarez Hernández, M. A. (2012). Beneficios económicos de los servicios recreativos provistos por la biodiversidad acuática del Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 20(40). <https://doi.org/10.24836/es.v20i40.91>
- Herrera, A. (2013). *Remociones de CO2 en bosques y plantaciones forestales, Corporación de Desarrollo Agrícola Del Monte S.A. División Pindeco, Buenos Aires, Puntarenas, Costa Rica*. [Maestría]. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Hidalgo-Chaverri, M. (2019). Península de Osa: Rol de las comunidades rurales en la conservación. *Ambientico*, 271, 18-23.
- Hurtado, C. C., Corte, C. H., y Triana, M. A. (2017). Estimación del carbono almacenado en el bosque natural den la cuenca media—Baja, municipio de Río Quito, Chocó-Colombia. *Ingeniería e Innovación*, 5, 32-42.
- Ibarra, J. M. N. (2017). La Vegetación, El Agua Azul Y El Agua Verde: El Papel De Los Bosques En El Ciclo Del Agua. *Ciencia en Desarrollo*, 8, 26-28. <https://bit.ly/2wUgyDC>
- Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2017). *Plan de Desarrollo Rural Territorial del Territorio Península de Osa 2017-2022*. <https://bit.ly/2xArjLR>

- Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura [IICA]. (2015). *Caja de herramientas: Manejo forestal sostenible en la Región Andina: Manejo forestal comunitario y gestión sostenible*. <http://www.forestalsostenibleandina.net/Ejes/Manejo-Forestal.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (Costa Rica) (Ed.). (2015). *VI censo nacional agropecuario*. INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2012). *Indicadores cantonales provincia de Puntarenas 2000-2011*. INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos. http://www.inec.cr/publicaciones?fuentes_tid=157
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM. (2018). *Mercados de carbono: Una forma de mitigar el cambio climático: Mercados de carbono*. <https://n9.cl/fs0mz>
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2006b). *Climate change. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero*. Cambridge University Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2006a). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*. IPCC. <https://bit.ly/39Qawm4>
- Jadán, O., Günter, S., Torres, B., y Selesi, D. (2015). Riqueza y potencial maderable en sistemas agroforestales tradicionales como alternativa al uso del bosque nativo, Amazonia del Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 12(28), 13. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v12i28.2096>
- Jiménez, A., y Solís, V. (2000). *El pago de servicios ambientales como una alternativa para el desarrollo*. Impresión Gráfica del Este, S.A.
- Jiménez, J. J., y Chaves, G. A. (2019). Problemática de la tenencia de la tierra en la Reserva Forestal Golfo Dulce: Antecedentes, situación actual y propuestas de solución. *Ambientico*, 27(1), 24-33.
- Jumbo-Salazar, C. A., Arévalo Delgado, C. D., y Ramírez-Cando, L. J. (2017). Medición de carbono del estrato arbóreo del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza, Ecuador. *La Granja*, 27(1), 51-63. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.04>
- Ken Fern. (2014). *Base de datos de plantas tropicales, Castilla tunu—Plantas tropicales útiles*. Plantas tropicales útiles. <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Castilla+tunu>

- Kerr, S., Pfaff, A., y Sanchez, A. (2001). The Dynamics of Deforestation and the Supply of Carbon Sequestration: Illustrative Results from Costa Rica. En *Central America Project, Environment: Conservation and Competitiveness* (In Panayoutou, T, pp. 409-431). <https://sites.duke.edu/alexpfaff/files/2001/01/HIIDchapter15.pdf>
- Kirby, K. R., y Potvin, C. (2007). Variation in carbon storage among tree species: Implications for the management of a small-scale carbon sink project. *Forest Ecology and Management*, 246(2-3), 208-221. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.072>
- Klain, S. C., y Chan, K. M. A. (2012). Navigating coastal values: Participatory mapping of ecosystem services for spatial planning. *Ecological Economics*, 82, 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.008>
- Klimas, C., Kainer, K., y de Oliveira, L. (2013). El valor económico de la extracción sostenible de las semillas y la madera de especies de uso múltiple CIFOR. En *Avances y perspectivas del manejo forestal para uso múltiple en el trópico húmedo* (Guariguata, M., pp. 175-176). CIFOR.
- Laterra, P., Castellarini, F., y Orúe, E. (2011). Un protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social. En *Valoración de Servicios Ecosistémicos, Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (1.ª ed., p. 740). INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). <https://bit.ly/38IohCd>
- Leguía, E, Locatelli, B, Imbach, P, Pérez, C, y Vignola, R. (2008). Servicios ecosistémicos e hidroenergía en Costa Rica. *Ecosistemas*, 17(1), 16-23.
- López, G. (2015). *Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo Violeta distrito de Tahuamanu, Madre de Dios* [Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5926>
- Lucatello, S. (2012). Los mercados voluntarios de carbono en Norteamérica y su gobernanza: ¿qué reglas aplican para el comercio internacional de emisiones en la región? *Norteamérica, especial*, 107-128.
- Manrow, M. (2017). *Relación entre la biomasa arriba del suelo y la retrodispersión del sensor ALOS PALSAR en un gradiente de tipos de bosque, como base para el estudio de degradación de carbono en ecosistemas forestales de Costa Rica* [Maestría, Centro

- Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)].
<http://hdl.handle.net/11554/8704>
- Mansour, J. (1995). *In peril source book. The Nature Conservancy: America Verde, Virginia*.
http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNABX928.pdf
- Manzanero, M. (1999). *Evaluación de la estructura y composición florística de la sucesión secundaria en áreas disturbadas, bosque húmedo subtropical en la concesión forestal comunitaria de Carmelita, San Andrés, Petén*. [Tesis Ing. For.]. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Martel, C., y Cairampoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en «CICRA», Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(1-2), 59. <https://doi.org/10.21704/rea.v11i1-2.426>
- Mery, G., Galloway, G., Sabogal, C., Alfaro, R., Louman, B., Kengen, S., y Stoian, D. (2009). *Bosques que beneficien a la gente y sustenten la naturaleza: Políticas forestales esenciales para América Latina*. CATIE.
- Mete, M. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fites et Ratio*, 7, 67-85.
- Meza, A., y Villalobos, V. (2019). *Diseño y evaluación de un sistema de aprovechamiento forestal de plantaciones combinando búfalos de agua con maquinaria (Búfalos II)* (p. 79). Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://n9.cl/mw4v>
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Informe de Síntesis* (Ecosystems and human wellbeing: p. 43). www.millenniumassessment.org
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2020). *REDD+ Conozca qué es el Mercado Voluntario de Carbono—Redd+ | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/436-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-29>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN). (2018). *Índice de desarrollo social 2017*. MIDEPLAN. <https://bit.ly/3aL8YKe>
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social [MTSS]. (2020, diciembre 17). Decreto N° 42748-MTSS Salarios 2021. *La Gaceta*, 8.
- Montes, C. (2014). La silvicultura como elemento crítico para la sostenibilidad y el manejo del bosque. *Revista de investigación Agraria y Ambiental*, 5(1), 147-154.

- Morelos, J., Fontalvo, T., y de la Hoz, E. (2012). Análisis de los indicadores financieros en las sociedades portuarias de Colombia. *Entramado*, 8(1), 14-26.
- Morera, A. (2013). *Proyecto de investigación: "Evaluación de la heterogeneidad de hábitats en dos sitios de bosque muy húmedo tropical en el Suroeste de Costa Rica"*. Documento interno. Laboratorio de Ecología Tropical Aplicada, Heredia, CR, UNA. s.p.
- Morera, A., Sánchez, D., Wanek, W., Hofhansl, F., Werner, H., Chacón-Madrigal, E., Montero-Muñoz, J. L., y Silla, F. (2019). Beta diversity and oligarchic dominance in the tropical forests of Southern Costa Rica. *Biotropica*, 51(2), 117-128. <https://doi.org/10.1111/btp.12638>
- Mosquera, H., Moreno, F., Caicedo, H., y Pérez, L. (2016). Biomasa de raíces finas y fertilidad del suelo en bosques pluviales tropicales del pacífico colombiano. *Colombia Forestal*, 19(1), 53. <https://bit.ly/2W7gr2g>
- Mosquera, H. Q., y Hurtado, F. M. (2014). Diversidad florística arbórea y su relación con el suelo en un bosque pluvial tropical del chocó biogeográfico. *Revista Árvore*, 38(6), 1123-1132. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000600017>
- Moyano, M. A. (2016). *Aproximación a la valoración socio-cultural de los servicios ecosistémicos en el territorio del Municipio de Villavicencio – Meta (Colombia)* [Licenciatura, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://bit.ly/2QakSpi>
- Nasi, R., Billand, A, y Vanvliet, N. (2013). El manejo de la madera y la biodiversidad en la Cuenca del Congo. En *Avances y perspectivas del manejo forestal para uso múltiple en el trópico húmedo* (Guariguata. M., pp. 233-258). CIFOR.
- Oficina Nacional Forestal (ONF). (2013). Deterioro del sector forestal. *Revista Costa Rica Forestal*, 1. http://onfcr.org/media/uploads/documents/revista_cr_forestal.pdf
- Oficina Nacional Forestal [ONF]. (2020). *Precios de la madera para las especies más comercializadas, 2020* (p. 10) [Anual]. https://onfcr.org/wp-content/uploads/Precios-ISem-2020_v2.pdf
- Ordóñez-Díaz, J. A. B., Galicia-Naranjo, A., Hernández-Tejeda, T., Ordóñez-Díaz, M. de J., y Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: Compilación. *Madera y Bosques*, 21(especial), 77-126.
- Organización de estudios Tropicales [OET]. (2013). *Tetragastris panamensis*. Flórula Digital de la Estación Biológica La Selva.

https://sura.ots.ac.cr/florula4/find_sp2.php?customer=Tetragastris+panamensis&busca=Buscar#

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014a). *El estado de los bosques del mundo* [Anual]. ONU.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2014b). *No podemos vivir sin los bosques*. <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/271600/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016a). *Casos ejemplares de manejo forestal sostenible en Chile, Costa Rica, Guatemala y Uruguay*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2016b). *El estado de los bosques del mundo* [Anual]. ONU.
- Orozco, L., Quirós, D., y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (2006). *Aprovechamiento de impacto reducido en bosques latifoliados húmedos tropicales*.
- Ortega, B. (2012). Análisis Coste-Beneficio. *eXtoikos*, 5, 147-149.
- Padmakumar, B., Sreekanth, N. P., Shanthiprabha, V., Paul, J., Sreedharan, K., Augustine, T., Jayasooryan, K. K., Rameshan, M., Mohan, M., Ramasamy, E. V., y Thomas, A. P. (2018). Tree biomass and carbon density estimation in the tropical dry forest of Southern Western Ghats, India. *iForest - Biogeosciences & Forestry*, 11(4), 534-541. <https://doi.org/10.3832/ifor2190-011>
- Paipa, N. A., y Triana, M. A. (2018). Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea de un bosque húmedo tropical en Paimadó, Chocó. *Ingenierías USBMed*, 9(1), 18. <https://doi.org/10.21500/20275846.3180>
- Pardos, J. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global*. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Ciencia e Innovación.
- Parky, E., Moreno, F., y Álvarez-Dávila, E. (2017). Contenido de carbono en un bosque de tierra firme del resguardo Nonuya; Villazul, Amazonía colombiana. *Colombia Forestal*, 20((2)), 144-157. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2017.2.a04>
- Pedroni, L., Espejo, A., y Villegas, J. (2015). *Nivel de referencia de emisiones y absorciones forestales de Costa Rica ante el Fondo de Carbono de FCPF: metodología y resultados*. http://reddcr.go.cr/sites/default/files/centro-de-documentacion/3.4.6-_nivel_de_referencia_de_costa_rica_-_informe_final_18.09.2015.pdf

- Pereira, A, y Barrantes, G. (2009). Distribución de la avifauna de la Península de Osa, Costa Rica (1990-1991). *Biología Tropical*, 57, 323-332.
- Pérez Ribera, R. (2002). *Evaluación del impacto del aprovechamiento forestal en Los Mogos, Península de Osa, Costa Rica* [Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/489>
- Porras-Jiménez, M. A., Acosta-Vargas, L. G., Castillo-Ugalde, M., y Quesada-Monge, R. (2014). Estructura y composición florística del bosque nuboso de la Isla del Coco. *Revista Tecnología en Marcha*, 27, 22. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i0.2011>
- Pujol, R. (2008). *Decimocuarto informe estado de la nación en desarrollo humano sostenible, Osa: Oportunidades y Desafíos: CONARE, Costa Rica.*
- Rendón, H, Martínez, A, y Pérez, D. (2014). Los bosques, sus bienes y servicios: Los retos del manejo forestal sustentable. *Revista Ciencias*, 111-112, 28-35.
- Rodrigues. (2012). *Dinâmica de carbono em floresta explorada e em floresta nativa não explorada na Amazônia* [Doctorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia]. http://bdtd.inpa.gov.br/bitstream/tede/1199/1/Tese_Cintia_Souza.pdf
- Román, M y Angulo, J. (2013). *Panorama socioeconómico de los cantones de Osa y Golfito; Tendencias y desafíos para el desarrollo sostenible.*
- Rosero, L, Maldonado, T, y Bonilla, R. (2002). Bosque y población en la Península de Osa, Costa Rica. *Biología Tropical*, 50(2), 585-598.
- Saatchi et al. (2011). *Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents*. 108(24), 9899-9904. <https://doi.org/10.1073/pnas.1019576108>
- Salgado, L., Dumas, M., Feoli, M., y Cedeño, M. (2013). *Mercado doméstico voluntario de carbono de Costa Rica: Un instrumento hacia la c-neutralidad*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.cr.undp.org/content/costarica/es/home/library/mercado-domestico-voluntario-carbono.html>
- Sánchez, D. (2016). *Evaluación del carbono almacenado en la biomasa, necromasa y el carbono orgánico del suelo de tres diferentes hábitats en la Península de Osa, Costa Rica* [Licenciatura, Universidad Nacional]. <https://bit.ly/3aJiLR8>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2011). *Anuario Estadístico de la Producción Forestal 2011* (p. 224) [Anual]. Semarnat. <https://n9.cl/7qj1>

- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (2010). *La diversidad biológica forestal-El Tesoro viviente de la Tierra*. <https://bit.ly/2Q7MYBq>
- Segura, M. A. (1999). *Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados en el área de conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica* [Maestría, CATIE]. <https://cutt.ly/ufOpEiF>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre de Perú (SERFOR). (2015). *Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla*. <https://n9.cl/7td1y>
- Sierra, C. A., del Valle, J., y Orrego, S. (2001). *Ecuaciones de biomasa de raíces y sus tasas de acumulación en bosques sucesionales y maduros tropicales de Colombia*. 16.
- Silveira, P. (2010). Estimativa da biomassa e carbono acima do solo em um fragmento de floresta ombrófila densa utilizando o método da derivação do volume comercial. *FLORESTA*, 40(4), 789-800. <https://doi.org/10.5380/ufv.br.v40i4.20330>
- Simpson, W. T., y Sagoe, J. A. (1991). *Relative drying times of 650 tropical woods: Estimation by green moisture content, specific gravity, and green weight density* (FPL-GTR-71). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. <https://doi.org/10.2737/FPL-GTR-71>
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (2014). *Inventario nacional forestal 2014—2015* (p. 384). https://www.sirefor.go.cr/pdfs/INF_CostaRica_ParaWeb.pdf
- Sistema Nacional de Áreas de Conservación [SINAC]. (2018). *Manual de mensajes claves de ACLAP* [Manual].
- Sivisaca, D. C. L., Herrera, B. G. P., y Mendoza, Z. H. A. (2018). Modelos alométricos para estimar el almacenamiento de carbono en bosques montanos bajos en el sur de Ecuador. *Ciência Florestal*, 28(3), 1328-1339. <https://doi.org/10.5902/1980509833464>
- Slik, J. W., Paoli, G., McGuire, K., Amaral, I., Barroso, J., Bastian, M., Blanc, L., Bongers, F., y Boundja, P. (2013). Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/DOI:10.1111/geb.12092>
- Solórzano, A. (2019). Experiencia de producción agrícola bajo el modelo cooperativo en la Península de Osa: El caso de OSACOOOP R.L. *Ambientico*, 271, 34-39.
- Souza, A. L. de, Boina, A., Soares, C. P. B., Vital, B. R., Gaspar, R. de O., y Lana, J. M. de. (2011). Estoque e crescimento em volume, biomassa, carbono e dióxido de carbono em

- Floresta Estacional Semidecidual. *Revista Árvore*, 35(6), 1277-1285.
<https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000700014>
- Tenorio-Monge, C., Solano-Durán, J., y Castillo-Ugalde, M. (2008). Metodología para la valoración comercial de un bosque en San Carlos, Alajuela, Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 5(13), ág. 46-54.
- Ter Steege, H., Pitman, N. C. A., Sabatier, D., Baraloto, C., Salomao, R. P., Guevara, J. E., Phillips, O. L., Castilho, C. V., Magnusson, W. E., Molino, J.-F., Monteagudo, A., Nunez Vargas, P., Montero, J. C., Feldpausch, T. R., Coronado, E. N. H., Killeen, T. J., Mostacedo, B., Vasquez, R., Assis, R. L., ... Silman, M. R. (2013). Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, 342(6156), 1243092-1243092.
<https://doi.org/10.1126/science.1243092>
- Tribunal Ambiental Administrativo (TAA). (2012). *Península de Osa continúa ardiendo: Informe de barrida Marzo 2010*.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN]. (2009). *REDD-plus y la distribución de los beneficios: Experiencias en la conservación de bosques y el manejo de recursos en otros sectores*.
https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/iucn_redd_benefit_sharing_spanish.pdf
- Vargas, E., Arnold, E., y García, D. (2018). La experiencia de Caminos de Osa: Una iniciativa de turismo sostenible en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 52(2), 16.
<https://doi.org/10.15359/rca.52-2.14>
- Vásquez, A., y Arellano, H. (2012). Estructura, biomasa aérea y carbono almacenado en los bosques del sur y noroccidente de Córdoba. *Colombia Diversidad Biótica XII*, 923-961.
- Villamagua, G. C. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 102-114.
- Wadsworth, F. H. (2000). *Producción forestal para América tropical* (Versión en español).
<https://n9.cl/5uic>
- World Bank, Ecofys, y Vivid Economics. (2017). *State and Trends of Carbon Pricing 2017 (November)*, by World Bank, Washington, DC. (p. 104). <https://n9.cl/i3izk>
- Yahdjian, L., Sala, O. E., y Havstad, K. M. (2015). Rangeland ecosystem services: Shifting focus from supply to reconciling supply and demand. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 13(1), 44-51. <https://doi.org/10.1890/140156>

- Zamora, J. C. (2011). *Implicaciones del cambio climático para el almacenamiento de carbono y la riqueza de especies en bosques naturales en Costa Rica* [Maestría, CATIE]. <http://hdl.handle.net/11554/5222>
- Zanne, A.E., López-González, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S.L., Miller, R.B., Swenson, N.G., Wiemann, M.C., y Chave, J. (2009). *Global wood density database. Dryad*. <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
- 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. Ficha Técnica*.

10. Apéndices

Apéndice 1. Cuestionario semiestructurado aplicado en Piro, Península de Osa, Costa Rica, 2019.



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

Proyecto Final de Graduación

Valoración de los bienes y servicios del bosque con base en su productividad y percepción local de la comunidad de Piro, Península de Osa, Costa Rica, 2019

La información suministrada será utilizada de forma confidencial y exclusivamente para fines académicos por parte del estudiante de la UNA (Jorge Baltodano Cascante), en el marco del Proyecto Final de Graduación, bajo la coordinación del Laboratorio de Dinámica y Restauración de Ecosistemas de la Escuela de Ciencias ambientales.

Instrucciones

Su participación consiste en el llenado de este instrumento, en cual se detalla una serie de preguntas de conocimiento y opinión, para los diferentes casos que se le presentan a continuación:

1. *Ítems de selección única o múltiple*: solo debe marcar con una “X” o rellenar con números sea el caso la opción que mejor refleje su situación y opinión.
2. *Preguntas abiertas*: para este caso debe rellenar con su opinión los espacios en blanco que se facilitan a lo largo del documento.

Formulario N.º ____

Nombre del entrevistado: _____

Fecha:

Edad: ____ Sexo: M () F ()

I Parte: Generalidades

I.I Capital Humano

- 1) ¿Cuánto tiempo tiene de vivir usted en esta localidad?

1. De 0 a 5 años
 2. De 5 a 15 años
 3. 15 a 20 años
 4. Más de 20 años
- 2) ¿Desarrolla alguna actividad que lo relacione con su comunidad?
11. Comité de desarrollo
 12. Comité de deportes
 10. Ninguna
 13. Otra, especifique: _____
- 3) ¿Cuál labor o actividad económica desempeña actualmente?
Especifique: _____
14. Agrícola-Pecuaria
 15. Profesional
 16. Jubilado
- 4) ¿Cuántas personas dependen de usted?
17. De 1 a 3 personas
 18. De 3 a 4 personas
 19. Más de 4 personas

I.II Educación

- 5) Máximo nivel de estudios alcanzado por su persona
20. Primaria: 20.1__completa, 20.2 __incompleta
 21. Secundaria: 20.1__completa, 20.2 __incompleta
 22. Universidad: 20.1__completa, 20.2 __incompleta
- 6) ¿Qué nivel de estudios ofrece la comunidad?
23. Preescolar
 24. Escuela
 25. Colegio

I.III Bienes inmuebles y actividades productivas

- 7) La propiedad donde usted habita es:
26. Propia
 27. Alquilada
 28. Prestada

8) ¿Cuenta su persona con finca o parcela de terreno agropecuario? Sí () No (). Sí su respuesta es afirmativa conteste: Número de hectáreas que posee: _____

29. () De 1 a 10 ha

30. () De 10 a 15 ha

31. () De 15 a 20 ha

32. () Más de 20 ha

9) ¿Realiza actividades agropecuarias en su finca, parcela o la conserva con bosque?

33. () Actividades agropecuarias 34. () Conservación de bosque

Sí su respuesta es bosque, conteste preg. 12-17

10) ¿Cuáles son las actividades que se desarrollan en la finca? 33.1. Ganadería 33.2., Agricultura, 33.3. Turismo, 33.4. Entre otras: _____? Detalle el área de la actividad.

Actividad	Área	Detalle

11) ¿Su producción agropecuaria es para consumo propio o también para la venta? (%)

Producto	Consumo (%)	Venta (%)

35. () Subsistencia 36. () Ingresos

II Parte: Bosque y servicios ecosistémicos

II. I Bosques

12) ¿Cuánta área de bosque posee en su propiedad? _____ha

40. () De 1 a 10 ha

41. () De 10 a 50 ha

42. () Más de 50 ha

13) ¿Sabe lo que es el Programa Pago de Servicios Ambientales (PPSA)? 43. Sí () 44. No ()

14) Percibe ingresos por Pago de Servicios ambientales (PSA)

45. Sí (), Monto (anual/ha): _____ 46. No: ()

15) ¿Qué representan para usted los bosques?

16) ¿Existe alguna organización que le asesore sobre el manejo del bosque? 49. Sí () ¿Cuál? _____ 50. No ()

17) ¿Qué planearía hacer con su bosque?

II.II Servicios ecosistémicos

18) ¿Ha escuchado el término “servicio ecosistémico o servicios de los ecosistemas”?

53. Sí () 54. No ()

19) ¿Podría describir qué entiende por bienes (recursos naturales) que proporcionan los bosques?

20) A continuación, se señalan algunos servicios ecosistémicos, a consideración personal señale los que cree que están asociados a los bosques.

	Ciclo de nutrientes		Combustible (leña y carbón)
	Dispersión de semillas		Regulación del Clima (captura y almacenamiento de carbono)
	Polinización de Cultivos		Regulación de la cantidad y calidad del agua
	Control de erosión		Regulación de enfermedades
	Alimentos		Educativos
	Agua dulce		Recreativos
	Madera		Espirituales

Adaptado de Bustamante y Ochoa, 2014.

21) De la lista anterior, ¿considera que falta algún servicio o beneficio que ofrezcan los bosques?

60. Sí () ¿Cuál(es)? 61. No ()

22) ¿Qué nivel de importancia representa para usted la madera?

62. () Muy importante 63. () Nada importante

Justifique:

23) Existen en la zona actividades relacionadas a la madera

64. Sí () 65. No ()

Si es afirmativo ¿Cuál(es)?

64.1. Aprovechamiento

64.2 Transformación primaria

64.3 Transformación secundaria

24) ¿Cuáles productos de madera utiliza?

Especifique _____

65. () Postes

66. () Construcción

67. () Varetas

68. () Muebles

25) ¿Sabe usted qué es el cambio climático y el dióxido de carbono (CO₂)?

69. Sí (), Describa brevemente

70. No ()

26) ¿Sabía usted que el dióxido de carbono es almacenado por los bosques en forma de carbono?

71. Sí () 72. No ()

27) De los siguientes beneficios relacionados con el uso de los bosques, ¿cuál es la calificación usted les daría de acuerdo con su intensidad de uso?

Producto de los bosques	Calificación
Alimentos	
Forraje	
Fibra	
Plantas medicinales	
Colorante/Tintura	
Madera	
Miel	
Artesanía	
Ornamental	
Hongos	
Fauna Silvestre	
Leña	
Otros	

Intensidad de uso	Calificación
Lo uso mucho	9
Lo uso regularmente	8
Lo uso pocas veces	7
Lo uso de repente	6
Nunca lo uso	5

Fuente: Maldonado 2012.

28) Visto todo lo anterior, ¿qué importancia tienen los bosques para usted? ¿Por qué?

11. Anexos

Anexo 1. Matriz de Valoración de fincas utilizada por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal.

Nº de criterio	Criterios de priorización	Puntaje
1	a) Bosques em fincas privadas que se ubican dentro de las Áreas Silvestres b) Bosques dentro de Territorios Indígenas del país.	115
2	c) Bosques en fincas ubicadas en áreas definidas dentro de sitios de importancia para la conservación d) Bosques en fincas ubicadas dentro de los Corredores Biológicos oficialmente establecidos.	110
3	e) Bosques que protegen fuentes destinadas al abastecimiento de agua principalmente para consumo de la población (basados en información suministrada por Acueductos y Alcantarillados, Asadas, o con nota de municipios que administren acueductos).	105
4	f) Bosques fuera de cualquiera de las prioridades anteriores	55
I	g) Bosques para protección que cumplan con lo establecido en los puntos anteriores, y que hayan suscrito contratos de pago de servicios ambientales en años anteriores, también serán considerados para estos efectos contratos que concluyan su período de vigencia en el mismo año en que se presente la nueva solicitud.	10 adicionales
II	h) Bosques en fincas ubicadas en los distritos con Índice de Desarrollo Social (IDS) menor a 43,4% según la determinación realizada por MIDEPLAN (2013).	10 adicionales
III	i) Bosques en cualquiera de las propiedades anteriores, con solicitud de ingreso al Programa de Pago de Servicios Ambientales en áreas menores a 50 hectáreas. Estos puntos solo aplican si el área de la finca es igual o menor de 50 hectáreas.	25 adicionales
IV	j) Bosques en cualquiera de las prioridades a, b, c, d, e y f, con solicitud de ingreso al Programa de Pago de Servicios Ambientales que tengan menos de 100 hectáreas de folio real y un área de PSA propuesta de 50 hectáreas máximo, para proyectos de Protección de Bosque tramitados por organizaciones con convenio vigente con el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, que no estén incluidas en el inciso anterior.	10 adicionales