



Conservation Strategy Fund | Conservación Estratégica | SERIE TÉCNICA No. 22 | enero de 2012

## Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noroeste amazónico de Bolivia

alfonso malky  
daniel leguía  
juan carlos ledezma

“La misión de CSF es desarrollar y enseñar herramientas de análisis económicos estratégicos para conservar la naturaleza”.

© Conservation Strategy Fund-CSF

*Oficina Bolivia*  
Conservación Estratégica-Bolivia  
Irpavi, Av. Pablo Sánchez No. 6981  
(entre calles 1 y 2)  
La Paz, Bolivia  
Tel/Fax: (+591 2) 272-1925  
Email: csfbolivia@entelnet.bo

*Administrative Office*  
Conservation Strategy Fund  
1160 G Street, Suite A-1  
Arcata, CA 95521-Estados Unidos  
Tel: 707-822-5505  
Fax: 707-822-5535

*General Inquiries, Media and Administration*  
Conservation Strategy Fund  
7151 Wilton Avenue, Suite 203  
Sebastopol, CA 95472  
Tel 707-829-1802  
Fax 707-829-1806

*Brazil Office*  
Conservação Estratégica  
Rua Cândido Almeida, 143-Barrio Joana D'Arc  
33400-000 - Lagoa Santa - MG . Brasil  
Telephone/Fax: +55 31 3681-4901  
Email: csfbrasil@conservation-strategy.org

Este documento puede ser descargado  
de los sitios web:

[www.conservation-strategy.org](http://www.conservation-strategy.org)

[www.conservation.org.bo](http://www.conservation.org.bo)

© Conservación Internacional Bolivia

Calacoto, calle 13, No. 8008  
Tel: (+591 2) 2797700  
Fax: (+591 2) 2114228  
La Paz, Bolivia  
Email: ci-bolivia@conservation.org

Fotografía de la tapa: marcos amend

Edición: margarita behoteguy

Diseño y diagramación: adriana berríos

La Paz - Bolivia

# Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noroeste amazónico de Bolivia

alfonso malky  
daniel leguía  
juan carlos ledezma



*Disclaimers*

### **Fundación MacArthur y Conservación Internacional**

Esta publicación fue posible gracias al apoyo financiero de la Fundación Mac Arthur y Conservación Internacional.

Las opiniones expresadas en el documento son responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de los financiadores.



# Agradecimientos

**L**os autores agradecen a los gobiernos municipales de San Buenaventura, Ixiamas, Tumupasa, Rurrenabaque, Reyes y a la Sub Alcaldía de El Palmar (municipio de San Borja), y a las organizaciones sociales productivas tales como la Federación Sindical de Productores Agropecuarios de la Provincia Abel Iturralde (FESPAI), la Federación de Comunidades Agropecuarias de Rurrenabaque (FECAR), la Organización de Campesinos Originarios de Rurrenabaque (OCOR) y el Consejo Indígena del Pueblo Tacana (CIPTA) por todo el apoyo brindado en el proceso de recolección de información primaria. Así mismo, se agradece a las asociaciones de ganaderos de Rurrenabaque, Reyes y San Buenaventura.

Un reconocimiento especial a la Fundación Mac Arthur y a Conservación Internacional Bolivia por el apoyo financiero brindado, así como a todo el equipo de asistencia técnica del Programa de Investigaciones Económicas para la Conservación en los Andes Tropicales del Sur, de Conservación Estratégica (CSF) quienes brindaron pertinentes orientaciones y acotaciones importantes en los talleres de asistencia técnica del programa.

También se agradece a los revisores Douglas White y Lykke Andersen por los excelentes aportes y valiosos comentarios.


Un agradecimiento muy especial a Lizzete Ayala, gestora local y coordinadora del proceso de recolección de datos, y a los encuestadores/facilitadores: Giovani Peralta, Frankling Mendia, Juanciño Achino, Ronier Villar, Gabriel Howard, Manuel Iriarte y Danny Iriarte.

Finalmente, nuestro agradecimiento se extiende a todas las comunidades, productores y haciendas ganaderas que nos han brindado su tiempo y calor humano en cada una de las visitas realizadas durante el trabajo de campo. Si omitimos a alguien, damos nuestro más sincero agradecimiento a todos los que hicieron posible la realización de este estudio.




# Índice

<i>DISCLAIMERS</i>	2
AGRADECIMIENTOS	4
ÍNDICE	6
LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y MAPAS	8
RESUMEN EJECUTIVO / <i>EXECUTIVE SUMMARY</i>	10
INTRODUCCIÓN	14
ÁREA DE ESTUDIO	18
ASPECTOS CONCEPTUALES Y METODOLOGÍA	23
Enfoque y aspectos conceptuales	24
Metodología: Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada	25
RESULTADOS	38
Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada	39
Mínimo valor aceptable como compensación	45
Interpretación geográfica de los resultados	46
Análisis de sensibilidad	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
Conclusiones	50
Recomendaciones	51
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	58



# Lista de tablas, figuras y mapas

Tabla 1 - Características demográficas y geográficas de los municipios	20
Tabla 2 - Características productivas de los tramos de análisis	21
Tabla 3 - Análisis de sensibilidad por niveles de carbono y tasas de descuento	48
Tabla 4 - Estimación de costos de oportunidad para 30 años (USD/Ha)	50
Tabla 5 - Estimación de muestra y número de encuestas relevadas según criterios de segmentación	59
Tabla 6 - Contenidos de biomasa y carbono de bosques referenciales	60
Tabla 7 - Contenidos de carbono promedio según tipo de cultivo	60
Tabla 8 - Ingresos y costos promedio estimados para el aprovechamiento forestal para el municipio de Ixiamas (2010)	61
Figura 1 - Distribución de la población, muestra y encuestas relevadas según criterios de estratificación	26
Figura 2 - Estructura de ingresos y costos por actividad	28
Figura 3 - Tipos de cultivos	29
Figura 4 - Identificación de las trayectorias productivas	31
Figura 5 - Dinámica productiva de muda	32
Figura 6 - Dinámica productiva: Plantaciones y rotación	33
Figura 7 - Emisiones y costos de oportunidad asociados a trayectorias productivas	36
Figura 8 - VPN de los costos de oportunidad de la deforestación evitada según uso	39
Figura 9 - Valor presente neto y contenido de carbono	41
Figura 10 - Estimación del costo de oportunidad por trayectoria productiva	42
Figura 11 - Porcentajes de área acumulados según rangos de costos de oportunidad	43
Figura 12 - Curva de costo de oportunidad del área de estudio	44
Figura 13 - Valor declarado por los productores, respecto al monto de compensación mínimo que estarían dispuestos a recibir para dejar de deforestar, según tramo	45
Mapa 1 - Área de estudio	19
Mapa 2 - Costos de oportunidad para esquemas REDD+ (en USD/tCO <sub>2e</sub> )	46
Mapa 3 - Costos de oportunidad para esquemas REDD+ (en USD/Ha)	47



Resumen ejecutivo  
*Executive summary*

# E

l análisis de los costos de oportunidad de la deforestación evitada, aplicado a un caso concreto del noroeste amazónico de Bolivia, ha permitido entender mejor las diversas secuencias de cambio en los usos del suelo, así como las posibilidades de conservación a través de mecanismos de compensación económica en la región.

Para las estimaciones del costo de oportunidad de la deforestación evitada se aplicó una metodología que contempló: i) identificación y estudio de las dinámicas productivas del uso de la tierra; ii) estimación de los Beneficios Netos (BN) de los usos de la tierra y; iii) estimación e interpretación geográfica de los costos de oportunidad. Los costos de oportunidad fueron estimados para esquemas REDD+, donde se compara las rentabilidades de los distintos usos de tierra y sus respectivos contenidos de carbono. Adicionalmente a estas estimaciones, se realizó un sondeo sobre los valores monetarios mínimos que estarían dispuestos a recibir los productores bajo mecanismos de compensación para dejar de deforestar el bosque.

Para la estimación de los costos de oportunidad, se identificó la existencia de cinco tipos de trayectorias productivas en la región: i) muda o de cultivos transitorios, la cual es la más común en la zona de estudio; ii) plantaciones o cultivos permanentes; iii) cultivos de rotación; iv) manejo forestal y; v) ganadería. Las estimaciones realizadas revelaron que el 90% de los casos estudiados tienen costos de oportunidad de hasta 2,3 USD/tCO<sub>2e</sub> (1.298 USD/Ha) para esquemas REDD+, considerando un período de tiempo de 30 años.

Los estimados sobre el mínimo valor aceptable por conservar, representan una aproximación a las expectativas que tienen los productores en relación a esquemas de compensación. Este tipo de aproximaciones recibe muchas críticas en la literatura debido a la existencia de conflictos de interés (i.e. hay predisposiciones inherentes para inflar las respuestas por el beneficio personal), sin embargo, su estimación permite comparar el costo de oportunidad estimado respecto a la valoración que los propios productores asignan a sus actividades económicas. El resultado es que el valor económico estimado, representa sólo el 32% del valor que los productores esperarían recibir como compensación por evitar el cambio de uso de sus bosques.

De acuerdo a las expectativas de cambio de uso de la población local, se proyectó un promedio de deforestación anual de 7.652 Ha en el área de influencia del estudio (180 mil hectáreas), lo cual representa una tasa anual de deforestación de 4%. Suponiendo que únicamente un 50% de dicha superficie puede ser sujeta a compensación bajo esquemas REDD+, el costo total de la deforestación evitada, expresado en valores presentes y para un período de tiempo de 30 años, sería de 130 millones de dólares. Esto, sin considerar costos de transacción e implementación.

El presente estudio recomienda: i) profundizar el desarrollo de metodologías de estimación de costos de oportunidad y replicar estimaciones a nivel micro, considerando la importancia de internalizar la variabilidad de situaciones productivas que pueden presentarse en diferentes regiones y al interior de las mismas; ii) promover el desarrollo de estudios que permitan entender mejor los procesos de deforestación desde una perspectiva económica y productiva, a fin de contar con más elementos que ayuden a diseñar medidas de reducción de deforestación y planificación del uso de la tierra más efectivas y; iii) complementar este tipo de estudios con análisis sociales, legales e institucionales a fin de evaluar, de un modo más integral, la viabilidad de los mecanismos de incentivos económicos para reducir la deforestación.

**T**his study of the opportunity cost of avoided deforestation in the Northeast Bolivian Amazon sheds light on the dynamics underlying land-use change. It focuses in particular on the diverse sequences of land uses typical in the region and, by quantifying their profitability, gauges the possibilities to accomplish conservation by way of economic incentives provided to farmers.

The opportunity cost methodology considered: i) identification and analysis of typical patterns of land use; ii) estimates of profits from various land uses; and iii) estimates and spatial analysis of opportunity costs. The study calculates the opportunity cost of reduced emissions from deforestation and degradation (REDD+), comparing land use profits to carbon stored in natural forest. Additionally, field surveys included direct questions on farmers' willingness to accept compensation to maintain forests.

Five main trajectories of land use were identified in the study area: i) transitory crops, which were most common in the region; ii) perennial crops; iii) crops planted in rotations; iv) timber extraction; and v) livestock. In 90 percent of the cases studied, the opportunity cost was below USD 2.50 per ton of carbon dioxide equivalent ( $tCO_{2e}$ ), or USD 1,298 per hectare.

The estimates of farmers' minimum willingness to accept conservation payments represent an approximation of their expectations. These estimates are criticized in the literature due to the inherent biases of respondents (e.g., an incentive to inflate their true willingness to accept), but the numbers do permit a comparison with the opportunity cost analysis. The estimated opportunity costs are a mere 32 percent of the amount farmers say they would need to receive to participate in the conservation scheme.

Our study projected annual deforestation of 7,652 hectares in the study area of approximately 180,000 hectares, a forest loss rate of 4 percent. Assuming that 50 percent of the study area was brought under a REDD+ program, the total cost of avoided deforestation over 30 years would be around USD 130 million in present value terms. This figure does not account for transaction and monitoring costs.

Our study points to three main recommendations: i) further develop opportunity cost methods, with particular attention to estimates at a small, local scale to account for the wide variation in farm profitability; ii) promote research that reveals the full range of economic and agronomic issues driving deforestation so that land-use planning and anti-deforestation measures can be designed with greater chances for success; and iii) complement these studies with social, legal and institutional assessments that will provide a foundation for incentive based interventions to reduce deforestation.



## Introducción

**A**nivel global, la deforestación es una actividad humana que contribuye a la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Se estima que entre un 18% a 20% de las emisiones globales provienen de la pérdida de cobertura forestal, siendo el cambio de uso de la tierra el segundo factor que contribuye a la generación de GEI (Stern, 2006).

Producto de la deforestación, se producen anualmente pérdidas incalculables de biodiversidad. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) señalan que el valor potencial de los numerosos bienes y servicios prestados por los bosques tropicales, en la mayoría de los casos, superan los beneficios que pueden obtenerse de casi cualquier uso alternativo de la tierra. Estudios recientes han hallado, por ejemplo, que el valor de los servicios de los bosques tropicales (como la retención de carbono, la conservación de la biodiversidad y la protección del suelo y del agua) podría alcanzar varios miles de dólares por hectárea (FAO, 2011). En consecuencia, en la medida que se pierda mayor cobertura de bosque como consecuencia del cambio del uso de la tierra, se estará perdiendo una capacidad natural de mitigar el cambio climático y un inestimable valor intrínseco de los bosques.

Ante las pérdidas económicas significativas<sup>1</sup> y muchas veces irreversibles resultantes de los fenómenos de cambio climático, en especial para los países en desarrollo (Armas *et ál.* 2009), y la relevancia de la deforestación y degradación de los bosques sobre la emisión total de GEI, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en la XIII Conferencia de las Partes (COP)<sup>2</sup>, propuso la construcción de proyectos de Reducción de Emisiones por la Deforestación y Degradación Forestal (REDD+) como mecanismo de mitigación del cambio climático, lo que fue aprobado oficialmente en la COP de Cancún el año 2010.

Mecanismos económicos como REDD+ representan sólo una de las posibles alternativas para evitar la deforestación. Estos mecanismos se enfocan en la construcción de acuerdos de incentivos económicos por conservar los espacios naturales. Su creación se justifica en el hecho de que el bosque tendría la ventaja adicional de proporcionar una gama de co-beneficios locales y globales que incluyen: la conservación de la biodiversidad, la protección de poblaciones que viven del bosque y otros valores cuyos beneficios económicos son, en muchos casos, difíciles de establecer (Chomitz, 2006; Lascano, 2009).

---

1 Según el Stern Review las pérdidas económicas pueden alcanzar entre un 3% a 5% del Producto Interno Bruto (PIB) (Stern, 2006).

2 La XIII Conferencia de las Partes (COP 13) fue realizada en Bali, Indonesia, el año 2007. La idea inicial para el desarrollo de REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación Forestal) fue propuesta el año 2005 en la reunión COP 11 en Montreal, Canadá.

En el caso de la Amazonía boliviana, la deforestación que involucra actividades de tumba, roza y quema de la vegetación constituye la principal amenaza para los ecosistemas, habiéndose registrado entre 2007 y 2008 la deforestación anual de aproximadamente 400.000 hectáreas por año. Esta deforestación ocurre, principalmente, por la habilitación de tierras de bosque para el desarrollo de actividades agropecuarias (Urioste, 2010).

Si Bolivia continúa aumentando sus niveles de deforestación, pondrá en riesgo la seguridad alimentaria de las poblaciones que viven del bosque<sup>3</sup>, acelerará la pérdida de biodiversidad, incrementará la vulnerabilidad ante fenómenos climáticos y profundizará los problemas de desertificación<sup>4</sup> (Ministerio de Agua y Medio Ambiente, 2009). Del total de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) emitidas en Bolivia, el 77% provienen del cambio de uso de suelo (PNCC, 2009).

En la región del noroeste amazónico se registró un promedio anual deforestado de 8.868 Ha/año para el período 2005 – 2008 (Conservación Internacional, 2008) y un acumulado para el mismo período de 26.604 Ha. donde, aproximadamente, el 80% es ilegal. Las prácticas de roza, tumba y quema realizadas al momento de la expansión agrícola derivan, muchas veces, en incendios forestales no controlados<sup>5</sup>. Por otro lado, el área se constituye en una zona sensible a los procesos de colonización, los cuales se caracterizan por causar grandes cambios en el uso de la tierra. Estos cambios también se verán incentivados por la pavimentación del Corredor Norte y del tramo carretero Rurrenabaque – Yucumo (PNUD, 2008).

Para hacer frente a los procesos de deforestación e implementar mecanismos económicos efectivos que contribuyan a la conservación, es indispensable contar con elementos de análisis que, de manera integral, ayuden a estudiar y entender las decisiones sobre el uso de la tierra, así como la lógica económica que se encuentra detrás de las mismas (Panayotou, 1994). Uno de esos elementos es la estimación de los beneficios económicos de la conversión de los bosques en usos alternativos o, dicho de otra manera, los costos de oportunidad de la deforestación evitada.

---

3 *En la Amazonía boliviana existen 34 grupos indígenas originarios reconocidos que viven del bosque (Rivero, 2009).*

4 *El proceso de desertificación en Bolivia afecta al 41% del territorio nacional (Ministerio de Agua y Medio Ambiente, 2009).*

5 *Entre enero de 2005 y mayo de 2009, se registraron alrededor de 336.195 focos de calor en el país (PNCC, 2009).*

A partir de la estimación de los costos de oportunidad de la deforestación evitada, es posible: i) entender mejor los factores económicos que inciden en la deforestación; ii) estimar los beneficios netos de las diferentes alternativas de usos de la tierra y; iii) obtener un indicador de la viabilidad de un mecanismos de compensación (Naidoo y Adamowicz, 2006; Cameron, *et ál.* 2008; Fleck, *et ál.* 2010: 23-25; SERNAP, 2009: 19; Wunder, 2000).

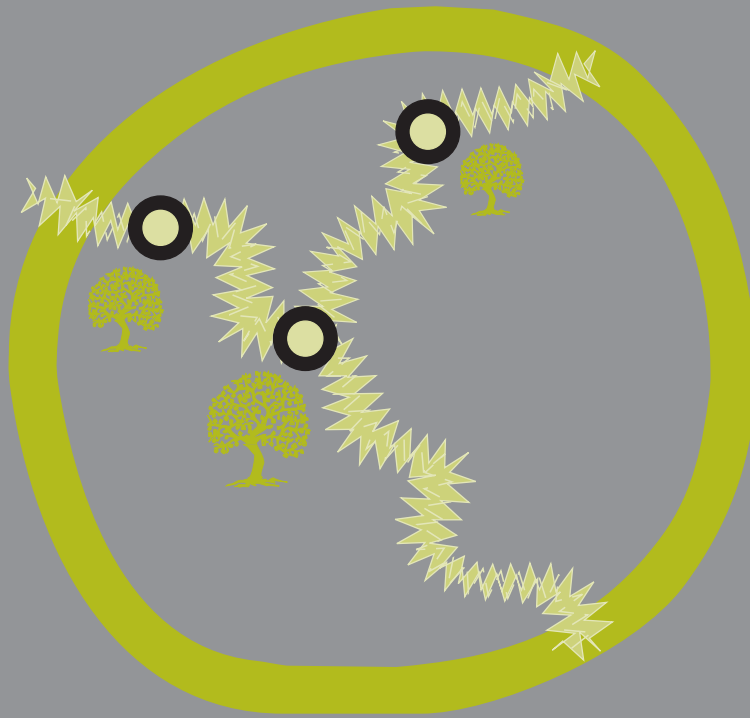
En ese contexto, el objetivo central del presente estudio es estimar los costos de oportunidad de la deforestación evitada en los márgenes de las carreteras Rurrenabaque – Reyes, Rurrenabaque – Yucumo y San Buenaventura – Ixiamas, a fin de que los resultados contribuyan al diseño de proyectos de compensación por deforestación evitada y ofrezcan criterios económicos para la toma de decisiones en relación al uso de la tierra.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Realizar las estimaciones de los beneficios netos de cada uso (alternativo) de la tierra que actualmente predomina en la región, sean estos forestales o no forestales.
2. Estimar el costo de oportunidad de la deforestación evitada, considerando los beneficios netos por usos de la tierra, las trayectorias productivas<sup>6</sup> observadas y los contenidos de carbono.
3. Establecer conclusiones y recomendaciones que contribuyan al desarrollo de mecanismos de compensación por deforestación evitada.

---

<sup>6</sup> Una trayectoria productiva expresa los diferentes usos que se le da a la tierra en un periodo de tiempo.



Área de estudio

El área de estudio se encuentra localizada en el noroeste amazónico de Bolivia<sup>7</sup>, entre las provincias Abel Iturralde del departamento de La Paz y José Ballivián del departamento de Beni (véase mapa 1).

MAPA 1. ÁREA DE ESTUDIO



Fuente: Conservación Internacional.

El trabajo se ha enfocado en los márgenes de los tramos carreteros descritos en el mapa, toda vez que en los mismos se encuentran asentados los centros poblados, así como las principales actividades agropecuarias. En el área de influencia de las carreteras también se encuentran áreas protegidas (AP) reconocidas nacional e internacionalmente por la amplia diversidad biológica que albergan, tal es el caso del Parque Nacional Madidi, considerada como una de las áreas protegidas con mayor diversidad a nivel global (SERNAP, 2010) y la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilon Lajas, donde habitan varios pueblos indígenas de las étnias mosetén, chimán y tacana (SERNAP - CRTM, 2009; SERNAP, 2010). Por otra parte, el Área Protegida Municipal (APM) de Santa Rosa del Yacuma se constituye en otra zona de influencia que también se ve afectada por el avance de las presiones sobre el bosque (González, *et ál.*, 2007).

Los tramos considerados en el estudio conectan cinco centros poblados que corresponden a cinco municipios. Las características demográficas y geográficas de estos municipios son descritas en la siguiente tabla.

<sup>7</sup> Abarca el noreste del departamento de La Paz y el suroeste del departamento de Beni.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS Y GEOGRÁFICAS DE LOS MUNICIPIOS

Descripción	Municipios del área de estudio				
	Rurrenabaque	Reyes	Yucumo	San Buenaventura	Ixiamas
<b>Aspectos demográficos</b>					
Densidad poblacional municipal (Hab./km <sup>2</sup> ) (1) (3)	3,0	1,1	0,8	2,1	0,3
Tamaño promedio del hogar (Hab./Hogar) (2)	4 a 5	4 a 5	4 a 5	5	5
<b>Aspectos físicos geográficos</b>					
Superficie (km <sup>2</sup> )	4.800	10.111	19.941	3.748	36.263
Altitud (msnm) (3)	220 a 450	142	166	171 a 1.251	137 a 2.348
Pendiente promedio (grados inclinación) (3)	17,62	0,02	0,03	17,11	7,68

Fuente: (1) Instituto Nacional de Estadística. (2) Encuesta trabajo de campo. (3) Planes de Ordenamiento Territorial.

El área comprendida por los cinco municipios es de 74.868 km<sup>2</sup> y registra una altitud que oscila entre 137 a 2.348 msnm, situándose los puntos más altos en Ixiamas y San Buenaventura, donde se presenta un conjunto de serranías separadas por amplios valles. Por su parte, Reyes, Rurrenabaque y Yucumo registran menores niveles de altitud y zonas de llanuras y sabanas. En el caso de Rurrenabaque, una parte del territorio se caracteriza por contar con pendientes muy pronunciadas, lo que hace que el terreno no sea apto para actividades agropecuarias debido a la propensión del suelo a la erosión.

La actividad agrícola que es desarrollada en los márgenes de las carreteras se caracteriza por: i) implementar sistemas tradicionales de cultivo intensivos en mano de obra; ii) destinar parte de la producción al consumo familiar; iii) aplicar tanto sistemas de producción extensivos como intensivos<sup>8</sup>; iv) adoptar esquemas de diversificación de cultivos como estrategias de reducción de riesgos<sup>9</sup> y; v) tener, en la mayoría de los casos, una producción limitada por la escasa disponibilidad de mano de obra.

8 En un sistema extensivo, la producción se incrementa en base a un aumento en la superficie utilizada. Mientras que en un sistema intensivo dicho incremento se da debido a mejoras de productividad.

9 En los últimos años, los comunarios de la región se vieron afectados por plagas y sequía. La intensificación de este tipo de fenómenos son atribuidos por las poblaciones locales a los efectos del cambio climático (testimonios recogidos durante el trabajo de campo).

Por otro lado, en los tres tramos, el 90% de la producción ganadera es de pequeña escala, 8% es mediana y sólo el 2% es de mayor escala<sup>10</sup>. En el caso de las comunidades, la actividad ganadera juega un papel fundamental en la economía, ya que funciona como un “banco”, que permite financiar actividades agrícolas o generar liquidez ante la pérdida de cultivos por sequía o inundaciones (Benitez, *et ál.* 2001: 19).

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LOS TRAMOS DE ANÁLISIS

Descripción	Tramos		
	Rurrenabaque - Reyes	San Buenaventura - Ixiamas	Rurrenabaque - Yucumo
<b>Características del predio</b>			
Tamaño del predio (hectáreas) (1) (3)	Promedio: 54 DS: 26	Promedio: 47 DS: 13,5	Promedio: 44 DS: 43
Forma de obtención del predio (1)	Dotación (50%) Compra (29%) Ocupación (16%) Herencia (5%)	Dotación (63%) Compra (29%) Ocupación (6%) Herencia (2%)	Compra (48%) Dotación (42%) Ocupación (8%) Herencia (2%)
<b>Aspectos productivos</b>			
Cultivos (2) (3)	Arroz, maíz, plátano y yuca	Arroz, maíz, plátano y yuca, así como cacao y caña de azúcar en algunas áreas	Arroz, maíz, plátano y yuca, además de plantaciones de cítricos y cacao
Carga animal (1) (3) (cabezas/hectárea)	Promedio: 0,3 DS: 0,333	Promedio: 3 DS: 1,37	Promedio: 0,3 DS: 1,65
Tipo de uso para el ganado	Extensivo, dado que la mayor parte del pasto es natural	Manejo de pastizales, debido a la inexistencia de pastos naturales	Extensivo, dado que la mayor parte del pasto es natural
Integración a mercados (2)	Reyes y Rurrenabaque	San Buenaventura, Ixiamas, Tumupasa y Rurrenabaque	Rurrenabaque, Yucumo y Caranavi

DS = Desviación Estándar.

Fuente: (1) Asociación de ganaderos de San Buenaventura, Reyes y Rurrenabaque. (2) Encuesta trabajo de campo.

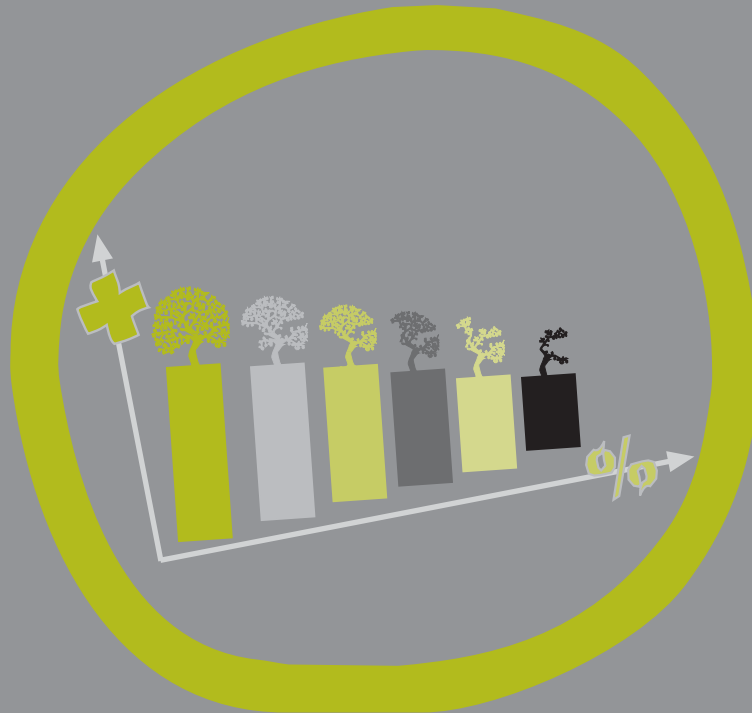
(3) Planes de Ordenamiento Territorial.

En cuanto al aprovechamiento forestal maderable, éste representa una de las principales actividades productivas de la región, en especial en el tramo San Buenaventura – Ixiamas, así como en algunas zonas de Rurrenabaque, debido al potencial maderable existente. En el municipio de San Buenaventura, algunas de las áreas cuentan con planes de manejo forestal maderable donde se encuentran concesiones forestales y derechos de aprovechamiento otorgados a OFC (APIAT, Agrofort y El Carmen). Por su parte, en Ixiamas la extracción bajo plan de manejo abarca aproximadamente 357 mil hectáreas (PMOT Ixiamas, 2009).

<sup>10</sup> Las escalas de la actividad ganadera se clasifican en: pequeños que van de 1 a 499 cabezas, medianos de 500 a 2499 y grandes con más de 2.500 cabezas (Asociación de Ganaderos de Reyes y Rurrenabaque).

En el caso de los productos forestales no maderables, se ha registrado la producción de chima, majo y cacao. Éste último, por las perspectivas de mercado y los diferentes programas de apoyo que están siendo implementados en la región, se perfila como una alternativa económica interesante para varias comunidades (Malky y Espinoza, 2010).

En los tres tramos, la tierra pertenece a: i) colonizadores, quienes en promedio poseen 50 hectáreas por familia; ii) comunidades originarias bajo el Régimen de Tierras Comunitarias de Origen (TCO) con miles de hectáreas, de las cuales cada familia demanda en promedio entre dos y tres hectáreas para las actividades agropecuarias y; iii) propiedad privada, entre ellos ganaderos, agricultores y madereros con mayores extensiones (PDM, 2009).



Aspectos conceptuales  
y metodología

## Enfoque y aspectos conceptuales

El análisis de los costos de oportunidad brinda lineamientos e insumos importantes para el diseño de estrategias de reducción de la deforestación a través de proyectos REDD+ u otros mecanismos de compensación. Las estimaciones correspondientes al costo de oportunidad de la deforestación tienen por único objetivo contribuir a la discusión y diseño de políticas públicas, así como al desarrollo de programas y proyectos concretos para el área de estudio.

### Esquemas de REDD+

REDD (Reducción de Emisiones de la Deforestación y la Degradación Forestal) es un mecanismo financiero que posibilita la conservación de los bosques, y contribuye a mitigar el cambio climático. Bajo este esquema no sólo se considera los efectos de la deforestación y degradación forestal, sino que también pueden reconocerse los co-beneficios generados por los bosques (White y Minang, 2011; FCPF, 2008). REDD+ es una versión ampliada de REDD, en la cual se considera, además de los enfoques de políticas e incentivos para la reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques, el papel de la conservación, la gestión forestal sostenible y el aumento de reservas forestales (Plan de Acción de Bali, 2008).

Para poder recibir financiamiento de REDD+, los beneficiarios de este tipo de proyectos deben reducir sus niveles actuales de deforestación. A través de esas reducciones se evita la emisión de cierta cantidad de toneladas de CO<sub>2e</sub> a la atmósfera. Esa reducción de emisiones, que depende de la cantidad de carbono que pueda ser almacenado por cada tipo de bosque, es compensada económicamente<sup>11</sup> a través de pagos que son realizados a quienes tienen los derechos propietarios sobre la tierra, a fin de que estos dejen de convertir los bosques a otros usos como la agricultura o la ganadería. Para tener una aproximación a los montos probables de estos pagos, es necesario conocer los costos de oportunidad, así como los costos de implementación y transacción del proyecto<sup>12</sup>. El presente estudio se centra en la estimación de los costos de oportunidad.

---

<sup>11</sup> Las condiciones de la compensación, negociadas entre los gobiernos involucrados (nacional, departamental, municipal, comunal) y quienes tienen los derechos propietarios sobre el uso de la tierra, pueden ser ajustados por varios factores distintos a la cantidad de carbono o de las emisiones evitadas, tales como co-beneficios del bosque, valores de biodiversidad y atención a ciertos grupos desventajados, entre otros.

<sup>12</sup> Los costos de implementación están relacionados con las actividades de vigilancia de los bosques para evitar la tala ilegal, la reubicación de actividades de extracción de madera fuera de las áreas de bosques naturales, los costos de intensificación de la agricultura y ganadería para reducir su frontera, etc. También, a este tipo de costos, se suman costos de desarrollo de capacidades y desarrollo institucional. Por su parte, los costos de transacción están asociados a los procesos de identificación del programa, negociación, monitoreo y reporte y verificación de reducción de emisiones. Las actividades asociadas a este tipo de costos son importantes porque aseguran la transparencia y credibilidad de los programas (Pagiola y Bosquet, 2010).

## Costos de oportunidad

La deforestación y la consecuente conversión de tierras de bosque a otros usos generan beneficios económicos. Evitar o reducir el cambio en el uso de la tierra implica renunciar a esos beneficios. Entonces, los costos de oportunidad representan la diferencia entre los beneficios generados por los bosques, respecto a los beneficios que podrían haberse generado por los usos alternativos como la producción agrícola y/o ganadera (Pagiola y Bosquet, 2010; Börner, *et ál.*, 2009).

## Metodología: Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada

Debido a la diversidad de actividades y vocaciones productivas existentes, se contemplaron tres criterios rectores para orientar metodológicamente el desarrollo de la investigación:

- i) **Características productivas.** Las características productivas en zonas donde existen amenazas de deforestación son diversas en cuanto a las propias actividades, sus correspondientes escalas, los actores involucrados y las condiciones biofísicas y socioeconómicas en que se desarrollan (Börner, *et ál.*, 2009; Pagiola y Bosquet, 2010).
- ii) **Enfoque espacial.** Debido a las diversas condiciones geográficas, demográficas, físicas, socioeconómicas e institucionales observadas en los tres tramos, el componente espacial fue considerado como criterio de segmentación y análisis.
- iii) **Temporalidad.** Los procesos productivos no son estáticos, por ello se consideró también una dimensión de temporalidad que permita identificar los cultivos transitorios de los permanentes, así como las dinámicas o secuencias de uso establecidas por los diferentes usuarios de la tierra en el tiempo (Armas, *et ál.*, 2009).

Tomando en cuenta los criterios expuestos, se estableció una estructura metodológica que va desde la identificación y estudio de las propias dinámicas productivas en cada tramo carretero, hasta el cálculo de los costos de oportunidad para los usos del suelo, forestales y no forestales, más relevantes en términos económicos. En ese marco, el orden de análisis establecido es el siguiente:

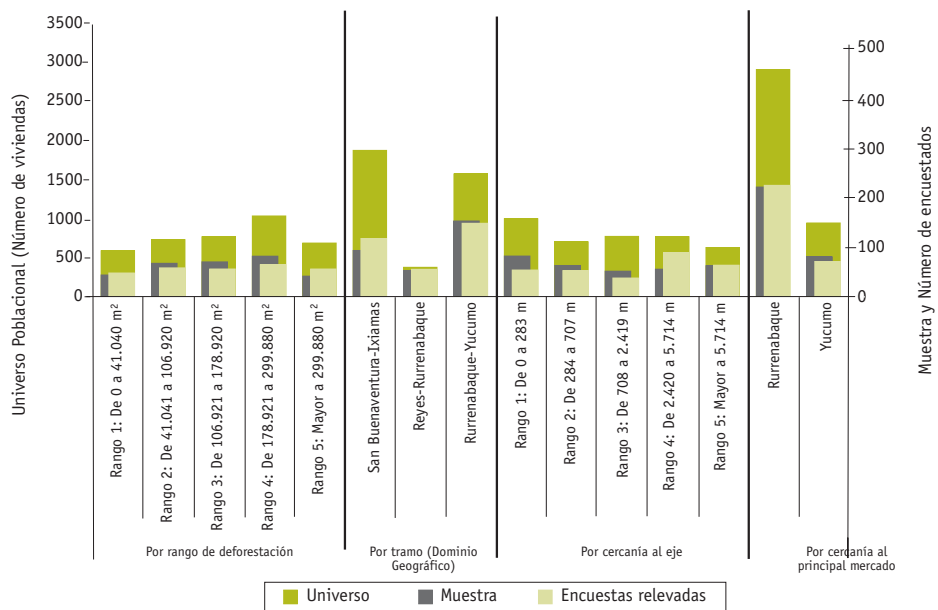
- Muestreo y caracterización de estructuras de costos e ingresos.
- Identificación de trayectorias productivas y cuantificación de su valor económico.
- Análisis de costos de oportunidad para la deforestación evitada.
- Interpretación geográfica.

## a. Muestreo y caracterización de estructuras de costos e ingresos

### Muestreo

Se estableció una franja base de 15 km a ambos lados de cada tramo, abarcando una superficie total de 180 mil hectáreas. Dicha delimitación geográfica permitió identificar, en las áreas de influencia de las tres carreteras, 145 comunidades, 3.826 viviendas y 12.129 habitantes, que representan el universo de la investigación.

FIGURA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN, MUESTRA Y ENCUESTAS RELEVADAS, SEGÚN CRITERIOS DE ESTRATIFICACIÓN



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Conservación Internacional y del trabajo de campo realizado.

Se estratificó la muestra en relación a cuatro criterios (grado de deforestación, ubicación según tramo carretero, cercanía al eje vial y cercanía a los mercados) y luego se hizo ajustes a la muestra, a fin de que la misma exprese todas las situaciones posibles de acuerdo a esos criterios. De esta forma y tal como se observa en la Figura 1, la muestra y el relevamiento de información de las diferentes unidades productivas, en función a los criterios de segmentación y dominio geográfico, siguen la misma distribución del universo poblacional y permiten contar con una muestra diversificada, evitando así problemas de concentración y sesgo en la información<sup>13</sup>.

En algunos casos, las encuestas relevadas sobrepasaron a la muestra estimada. Esta situación se presentó debido a que durante el levantamiento de datos en campo, en ciertas áreas se identificó la existencia de diferencias geográficas y productivas relevantes que demandaron un número mayor de observaciones, a fin de evitar la omisión de situaciones productivas específicas.

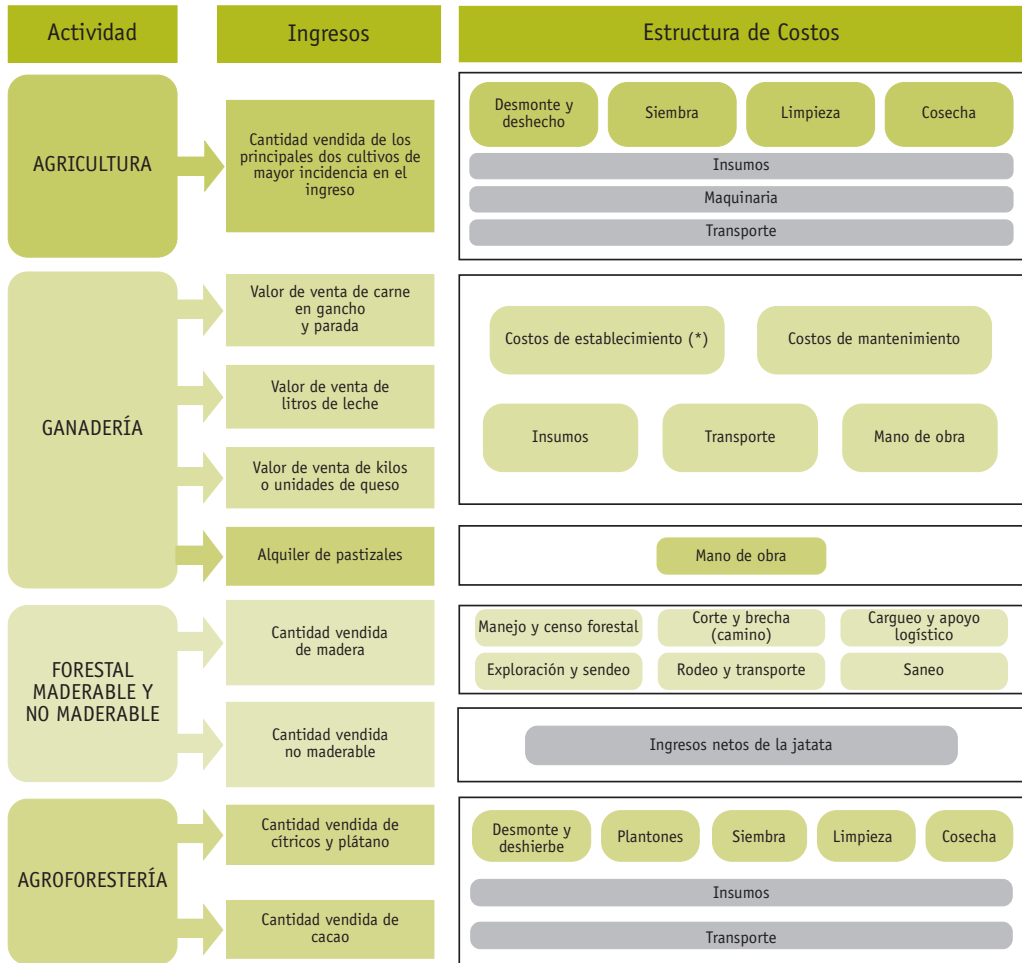
### *Estructura de costos e ingresos de los usos de la tierra*

La estructura de costos, así como los ingresos considerados para las estimaciones del beneficio neto de las diferentes actividades productivas, fueron definidos en función a información primaria recopilada a través de las encuestas, información secundaria facilitada por los gobiernos municipales de Rurrenabaque, Reyes y San Buenaventura y entrevistas con técnicos del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG), Asociaciones de Ganaderos y especialistas agrícolas de la región.

---

<sup>13</sup> Fueron visitadas 67 comunidades y 29 haciendas ganaderas, relevándose un total de 326 encuestas aprobadas y sistematizadas. Son parte de la muestra: comunidades de colonos (56%), comunidades indígenas originarias (13%), mixtas de colonos e indígenas originarios (21%), y haciendas ganaderas (10%). La representatividad de la muestra, en relación a la población, fue del 8,5%. Para mayor detalle sobre la distribución de la muestra véase el Anexo 1.

FIGURA 2. ESTRUCTURA DE INGRESOS Y COSTOS POR ACTIVIDAD



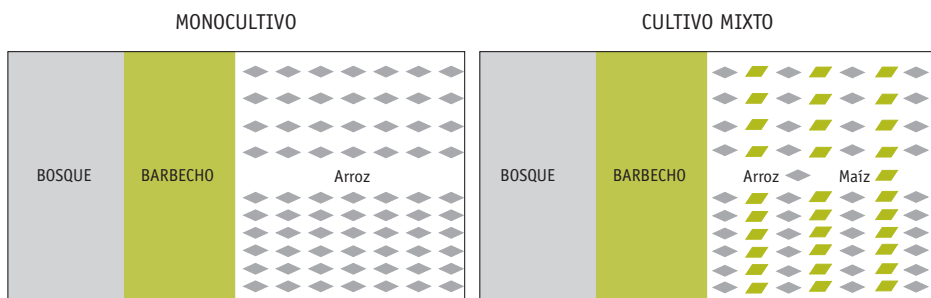
(\*) Costos de Establecimiento: Están referidos a todos los gastos realizados previos al inicio de la actividad productiva. En el caso de la ganadería, contempla: compra de ganado, inversión en cerco del potrero y preparación de pasto.

Fuente: Elaboración propia.

Para las actividades agrícolas, se consideró los dos principales cultivos para cada individuo, desde la perspectiva de incidencia en el ingreso total, contemplando en la estructura de costos todas las etapas del proceso productivo, las cuales van desde el desmote, siembra y limpieza, hasta la cosecha, considerando además los costos de insumos, maquinaria y transporte utilizados (véase Figura 2).

Por otro lado y ante la presencia tanto de monocultivos como de cultivos mixtos<sup>14</sup> (véase Figura 3), se consideró, en éstos últimos, los beneficios netos generados por el cultivo más rentable, esto, a fin de no subestimar los beneficios netos.

FIGURA 3. TIPOS DE CULTIVOS



Fuente: Elaboración propia.

En ganadería, se incluyó los ingresos provenientes de engorde, producción ganadera y/o sistemas mixtos. En costos, tanto para engorde como para producción de queso y leche, se incorporó costos de insumos como vacunas, vermícidias y vitaminas entre otros, además de transporte, mano de obra, mantenimiento de los pastizales y limpieza de potreros.

Para el sector forestal maderable se contempló la cantidad de madera vendida y los precios promedio de la región para el cálculo de los ingresos, mientras que para la estimación de costos se consideró costos promedio estimados en el censo forestal, los cuales corresponden a actividades de corte, rodeo, carguío y apoyo logístico (Ver detalles de los costos en el Anexo 3).

Por otro lado, se asumió que el bosque, además de los retornos que genera el aprovechamiento forestal maderable, tiene un valor económico debido a las actividades forestales no-maderables desarrolladas. Al respecto, en el tramo de Rurrenabaque – Yucumo, se estimó un beneficio neto positivo para el caso de la producción de jatata<sup>15</sup>. En los tramos San Buenaventura – Ixiamas y Reyes – Rurrenabaque no se asignó un valor económico a este tipo de productos debido a que la producción de majo, principal actividad no maderable desarrollada en la actualidad, está siendo recientemente promocionada y aún no genera beneficios económicos importantes.

<sup>14</sup> Se aprovechan diversos cultivos en una misma hectárea, generalmente combinaciones de arroz y maíz o, plátano y maíz, entre otros (véase Figura 3).

<sup>15</sup> La jatata (*Geonova diversa*) es una palmera cuyos frondes son utilizados para producir paños y láminas rectangulares para los techos de construcciones tradicionales. Éstos son elaborados manualmente por familias tsimane.

Respecto a las actividades de desmonte para habilitación de tierras, se hizo una distinción entre los costos de desmonte en bosque primario, bosque secundario o barbecho alto<sup>16</sup>. En casos de desmonte en bosques primarios, se tomó en cuenta los posibles ingresos provenientes de la venta de especies maderables con valor de mercado. No así, en el caso del barbecho y del bosque secundario, donde es poco probable contar con ese tipo de recurso.

En cuanto a los productos agroforestales, árboles frutales de cítricos (naranja y mandarina) y plátano, así como cacao, se tomó en cuenta los ingresos generados por la venta de dichos productos en los principales centros regionales de comercialización, Rurrenabaque y Yucumo, principalmente. En relación a los costos se consideraron las actividades de limpieza, compra de plántones, siembra, cosecha y transporte.

En todos los casos y para todas las actividades productivas se contabilizó los costos de mano de obra familiar y se tomó en cuenta los precios de mercado.

## *b. Trayectorias productivas y cuantificación de su valor económico*

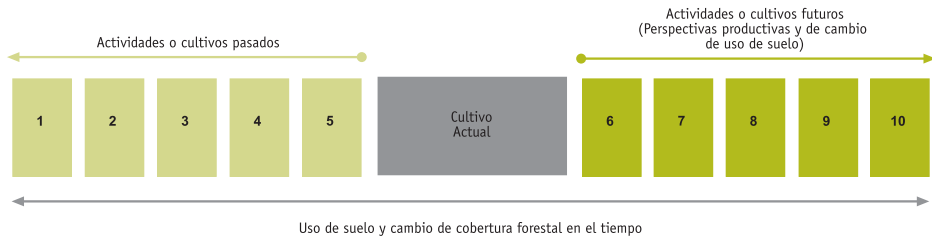
### *Declaración de cultivos pasados y futuros*

Para la identificación de las trayectorias productivas, se consideró información recopilada sobre las actividades productivas pasadas, la actividad principal en términos de generación de ingresos en el presente y las actividades futuras (según la intención de cambio de uso de la tierra). La información recopilada sirvió como base para identificar posibles escenarios futuros de cambios de uso de la tierra para un período de 30 años. Este enfoque coincide con lo planteado por White y Minang (2011), quienes proponen identificar posibles escenarios de cambios futuros en el uso de la tierra, sobre la base de un análisis de los usos históricos.

---

<sup>16</sup> Para los procesos de desmonte, previo a la habilitación para tierras de cultivo, se emplea el sistema tradicional de roza-tumba-quema.

FIGURA 4. IDENTIFICACIÓN DE LAS TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS



Fuente: Elaboración propia.

Este ejercicio, permitió evidenciar que la zona de estudio se caracteriza porque los cultivos no son permanentes en el tiempo, existiendo una lógica de transitar por varios cultivos agrícolas luego del desmonte, antes de convertir la tierra a actividades pecuarias y/o agroforestales.

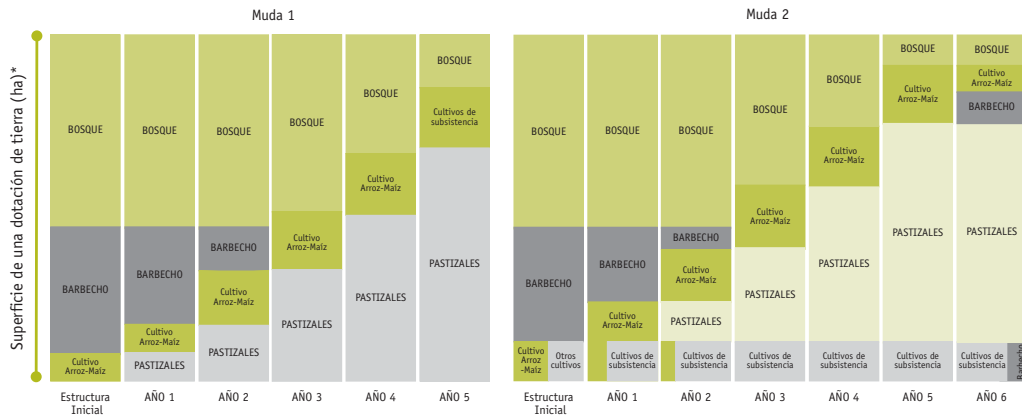
### *Dinámicas productivas*

Además de la identificación de trayectorias, se obtuvo información sobre diferentes dinámicas de producción, lo que permitió entender mejor los cambios en el uso de la tierra, así como las perspectivas futuras de avance de la frontera agrícola y pecuaria. Las dinámicas de producción identificadas son:

- **Muda**<sup>17</sup>. Es una dinámica en la cual se realiza, por ejemplo, un cultivo de arroz o maíz en un año, para luego habilitar el terreno como pastizal, destinado generalmente a actividades ganaderas. Se denomina muda porque no se realiza ningún tipo de rotación de la tierra y se va avanzando en las actividades agrícolas año a año aprovechando inicialmente las áreas de barbecho para después utilizar las áreas de bosque. Tal como se muestra en la Figura 5, en los casos de muda 1 y 2 las actividades agrícolas van ocasionando un cambio en el uso de la tierra de bosque a cultivos para luego convertirlos en pastizales.

<sup>17</sup> La literatura (White y Minang, 2011; White, et ál., 2005) nombran a este tipo de característica productiva como de "transición". Sin embargo, durante el trabajo de campo y en entrevistas con especialistas agrícolas y de desarrollo productivo de la zona, se optó por la definición de "muda", ya que ésta es la definición que asignan los actores locales y comunidades en general a ese sistema productivo.

FIGURA 5. DINÁMICA PRODUCTIVA DE MUDA

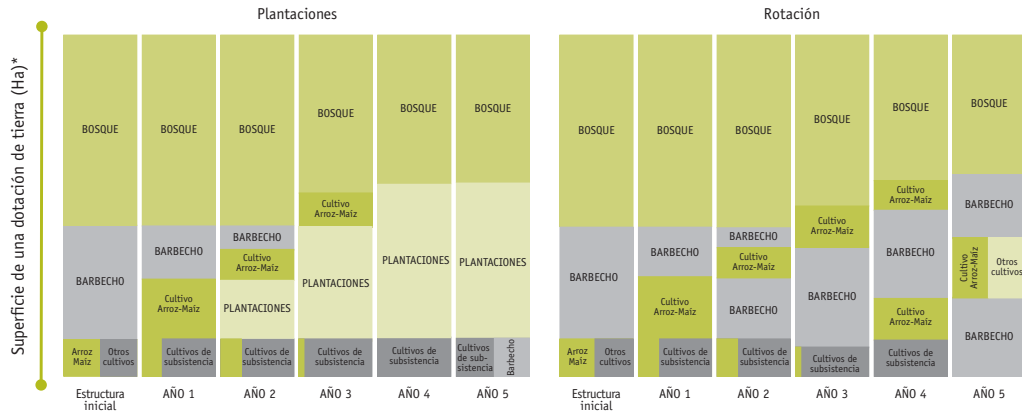


(\*): La superficie promedio de la regiones de 50 Ha.

Fuente: Elaboración propia.

- Plantaciones de agroforestería.** Se refiere a plantaciones de árboles frutales, generalmente de cítricos, cacao o incluso algunas especies maderables. Bajo esta dinámica, los cultivos transitorios como arroz y maíz se constituyen en fuentes principales para el consumo de la familia, siendo la principal fuente de ingresos la comercialización de los productos derivados de las plantaciones agroforestales, las cuales, a diferencia de los cultivos transitorios, tienen ciclos de duración de más largo plazo (véase Figura 6).
- Rotación.** Consiste en alternar diferentes tipos de cultivos agrícolas en un mismo lugar durante distintos ciclos, considerando períodos de descanso. En el área de estudio se identificaron períodos de descanso de entre uno a tres años, lo cual significa que una vez realizada la cosecha anual de un cultivo, ésta se deja en barbecho, para volverla a utilizar después del descanso (véase Figura 6). Así mismo, se identificó que, excepcionalmente, se practica la rotación de cultivos anuales y mejoramiento de la tierra con leguminosas como el kudzú.

FIGURA 6. DINÁMICA PRODUCTIVA: PLANTACIONES Y ROTACIÓN



(\*): La superficie promedio de la dotación de tierra en la región es de 50 ha.

Fuente: Elaboración propia.

### Estimación de Beneficios Netos Anuales y Valor Presente Neto de las trayectorias productivas

Teniendo una clara identificación de las estructuras de costos e ingresos, se aplicó la siguiente fórmula de Beneficio Neto para cada tipo de uso de la tierra.

$$BN_{it} = Y/ha_{it} - CT/ha_{it} \quad (1)$$

Donde:

- $BN_{it}$** : Beneficio Neto anual por hectárea de la actividad "i" para el período "t".
  - $Y/ha_{it}$** : Ingreso Bruto anual por hectárea de la actividad "i" para el período "t".
  - $CT_{it}$** : Costo Total anual por hectárea de la actividad "i" para el período "t".
- Donde "i" representa: cultivos agrícolas (los dos principales), ganadería (engorde, leche o ganadería mixta o doble propósito) o actividad forestal.  
 t: Representa el período de referencia de cálculo, que para fines del estudio fue el año 2009.

Posteriormente y una vez identificadas las trayectorias en cada tramo, así como el beneficio neto de cada actividad, se aplicó un análisis de costos y beneficios actualizados en el tiempo a través del Valor Presente Neto (VPN). El mismo que formalmente se representa de la siguiente manera:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t} \quad (2)$$

Donde:

$B_i$ : Beneficios brutos en el año  $t$ .

$C_i$ : Costos totales en el año  $t$ .

$r$ : Tasa de descuento<sup>18</sup>.

$n$ : Número de años considerados para el análisis.

$(1 + r)^t$ : Factor de descuento para el año  $t$ .

Tal como se muestra en la fórmula 2, el VPN es una estimación de rentabilidad que permite comparar flujos temporales de costos y beneficios.

En el presente estudio, las estimaciones de VPN sirven como insumo para estimar los costos de oportunidad de evitar la transformación del bosque a usos productivos, durante un período determinado de tiempo y considerando una trayectoria de uso. Para el cálculo del VPN, se consideró un período de análisis de 30 años, dada la información primaria con la que se cuenta y el contexto de esquemas REDD+.

Para establecer la tasa de descuento, fue necesario considerar los efectos de la inflación, a fin de alcanzar una tasa real de interés. En ese sentido, se aplicó una tasa de descuento del 6%, la que responde a una tasa de interés de 12% y una inflación<sup>19</sup> del 6%. No obstante, para evaluar los efectos de la consideración de otras tasas de descuento sobre las estimaciones realizadas, se realizó un análisis de sensibilidad para tasas de 6%, 8%, 10% y 12%. Esto, considerando que la tasa de descuento social aplicada por el gobierno boliviano para proyectos de inversión pública está alrededor del 12%.

### *c. Estimación de costos de oportunidad de la deforestación evitada*

Una vez estimados los beneficios netos y el VPN en el caso de las trayectorias productivas, se estimaron los costos de oportunidad para guiar un análisis de costos de compensación por deforestación evitada bajo esquemas REDD+ u otro esquema de conservación.

---

<sup>18</sup> Desde una perspectiva teórica, la tasa de descuento usada para evaluar los costos para el país deberá ser la tasa de descuento social normalmente usada por el gobierno (Pagiola, 2010).

<sup>19</sup> En el caso de Bolivia, en los últimos tres años se registró en promedio una inflación de 6% (Banco Central de Bolivia, 2010).

## *Estimación bajo un esquema de compensación por reducción de emisiones*

De acuerdo a Pagiola y Bosquet (2010), el análisis de los costos de oportunidad de la deforestación evitada para esquemas REDD+ requiere estimaciones en función a las toneladas de carbono (tC) evitadas, siendo necesario considerar la diferencia entre la cantidad de carbono y los beneficios netos generados entre el bosque y los usos alternativos, esto, a fin de observar las emisiones evitadas y el costo de oportunidad asociado a éstas.

En ese marco, al no existir un estudio sobre stocks de carbono para el área de estudio, se utilizaron estimaciones realizadas para el Parque Nacional Madidi, las cuales, establecen un nivel de carbono total de 209 tC/Ha, y un nivel de carbono aéreo de 163 tC/Ha. Debido a la incertidumbre sobre el nivel de carbono que debería utilizarse en un eventual proyecto REDD+ se presentan en los resultados, valores de costos de oportunidad alternativos para ambos niveles de carbono.

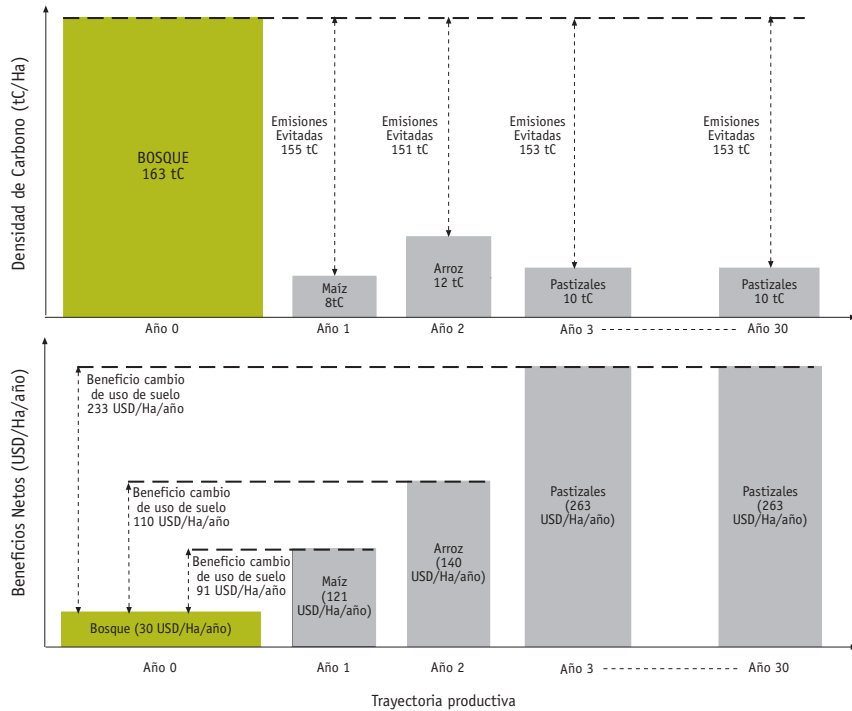
Por otro lado, para estimar los costos de oportunidad de la deforestación evitada en el caso de trayectorias productivas, se requiere realizar un análisis de los niveles de carbono en el tiempo. Para ello, Pagiola y Bosquet (2010) y Richards y Stokes (2004) proponen tres métodos: i) el flujo a partir del cual se realiza una suma de los contenidos de carbono en el tiempo; ii) el promedio almacenado, con el que se estima el promedio de carbono almacenado durante una trayectoria completa y; iii) la nivelación /descuento, que emplea diversas tasas de descuento en el tiempo. En el presente estudio se optó por aplicar el método de promedio almacenado de volúmenes de carbono de una trayectoria productiva (Palm, *et ál.* 2007). Esta simplificación hace que no se cuente con una contabilización exacta de los volúmenes de carbono a lo largo del tiempo, para ello, se requerirían estudios de largo plazo sobre el tema.

La parte superior de la Figura 7 representa un ejemplo de la variabilidad de emisiones evitadas que pueden presentarse en una trayectoria productiva. Esa variabilidad depende de las actividades que son desarrolladas a partir del cambio de tierras de bosque a otros usos. La diferencia en la densidad de carbono entre el bosque y el promedio de densidades de los otros usos, representan las emisiones evitadas de la trayectoria<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Los valores de contenidos de carbono considerados para el área de estudio fueron tomados de Araujo-Murakami y Jorgensen (2008).

FIGURA 7. EMISIONES Y COSTOS DE OPORTUNIDAD ASOCIADOS A TRAYECTORIAS PRODUCTIVAS



Fuente: Elaboración propia en base a Pagiola y Bosquet (2010).

Una vez estimado el promedio de emisiones evitadas, se estimó la diferencia de los beneficios netos de cada uno de los usos de la tierra con relación al bosque (véase parte inferior de la Figura 7). Considerando las diferencias anuales entre los beneficios netos del bosque y, los beneficios netos generados por las actividades alternativas, fue posible estimar el VPN para cada trayectoria productiva. Posteriormente y como lo describe la siguiente fórmula, se calculó el cociente entre el VPN de la trayectoria productiva y el promedio de emisiones evitadas, resultado con el cual se obtuvo el costo de oportunidad de la deforestación evitada en términos de toneladas de carbono por hectárea.

$$\text{Costo Oportunidad de } f_{\text{evitada}} \text{ Trayectoria} = \frac{\text{VPN}_{\text{Trayectoria productiva}}}{\text{Promedio de Emisiones evitadas}} = \text{USD/tC}$$

Una vez obtenido el valor en términos de USD/tC, se aplicó un factor de conversión de 3,67 para convertir a USD/ tCO<sub>2e</sub> equivalente<sup>21</sup>.

<sup>21</sup> Describe una unidad de Gas de Efecto Invernadero (GEI) en términos de dióxido de carbono equivalente.

## *Pago mínimo aceptable*

Adicionalmente a las estimaciones de costos de oportunidad bajo esquemas de compensación por reducción de emisiones, se realizó un sondeo, sin la aplicación de una metodología formal, para obtener una aproximación respecto al pago mínimo que estarían dispuestos a recibir los usuarios de la tierra por conservar una hectárea de bosque<sup>22</sup>. Esto, a fin de conocer cuán aproximadas o alejadas están las percepciones y expectativas de los actores locales respecto a las estimaciones realizadas.

### *d. Interpretación geográfica*

Una vez concluidas las estimaciones de los costos de oportunidad se generó un análisis espacial con el fin de observar, en los tres tramos de análisis, las variaciones de los costos de oportunidad. Para este análisis se aplicó el método de interpolación Kriging, que es un método geo-estadístico de interpolación. Esta técnica se basa en la premisa de que existe auto correlación espacial entre los datos conocidos, tanto en distancia como en dirección. En otras palabras, se asume que los valores entre los puntos más cercanos tienen más probabilidades de ser similares, mientras que los puntos más alejados podrían tener valores diferentes. En nuestro caso, dado que buscamos establecer los costos de oportunidad de la deforestación evitada espacialmente, esta técnica es adecuada para evitar interpolaciones con variaciones excesivas en espacios contiguos (ArcGIS Explorer v 9.3).

<sup>22</sup> El método de subastas reversas permite revelar un pago mínimo. Esta metodología puede ser aprovechada en investigaciones donde se enfatice en un análisis desde la perspectiva de la demanda.



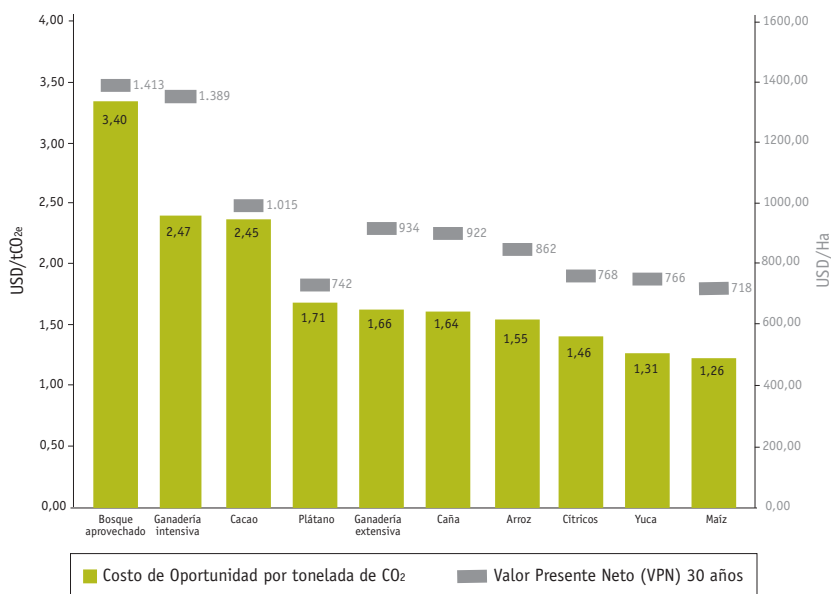
## Resultados

# Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada

## Costos de oportunidad según uso

Sobre la base de las estimaciones de ingresos y costos realizadas para cada uso, se pudo determinar los costos de oportunidad de la deforestación evitada en términos de toneladas de carbono equivalente ( $tCO_{2e}$ ) y dólares por hectárea, para los usos más representativos en la región<sup>23</sup>.

FIGURA 8. VPN DE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD DE LA DEFORESTACIÓN EVITADA SEGÚN USO



Fuente: Estimaciones propias. Para los contenidos de carbono consultaron las fuentes descritas en el Anexo 2.

La Figura 8 muestra que la extracción de madera y la ganadería intensiva, tienen un costo de oportunidad de 3,40 y 2,47 USD/ $tCO_{2e}$  respectivamente. En términos de dólares por hectárea en valor presente, estos costos se aproximan a 1.413 y 1.389 USD/Ha<sup>24</sup>, esto, considerando un mismo uso de la tierra para un período de 30 años y sin considerar períodos de descanso. La ganadería extensiva de pequeña escala realizada por las comunidades, el maíz, la yuca y el arroz se constituyen en los cultivos con los menores costos de oportunidad.

<sup>23</sup> La intención de hacer una estimación independiente para cada actividad productiva no es la de tener una aproximación al costo de oportunidad, sino de identificar las actividades cuyos costos de oportunidad son mayores y en consecuencia las actividades que generan mayor presión sobre el bosque. Dado que ningún productor dedica 30 años a la misma actividad, la estimación según uso es sólo referencial.

<sup>24</sup> El valor estimado en USD/Ha para ganadería se hace mayor porque el contenido de carbono por hectárea es mayor en esa actividad que en bosque manejado.

El análisis por tramos y usos nos muestra que en el tramo San Buenaventura – Ixiamas, la actividad extractiva de madera registra los mayores costos de oportunidad, mientras que en los tramos que van de Rurrenabaque a Yucumo y Reyes, la actividad con mayores costos de oportunidad es la ganadería<sup>25</sup>.

La producción de cacao presenta un costo de oportunidad promedio de 2,4 USD/tCO<sub>2e</sub> para los tramos de San Buenaventura – Ixiamas y Rurrenabaque – Yucumo. Lo cual muestra que en dichas regiones este tipo de cultivos podría representar una alternativa interesante para sustituir otros usos que impliquen transformaciones mayores en términos de uso de la tierra y cambio de cobertura vegetal. Finalmente, la caña de azúcar presenta un costo de oportunidad de 1,64 USD/tCO<sub>2e</sub>. Estos costos podrían incrementarse en el tiempo si se implementa el ingenio azucarero planificado para la zona de San Buenaventura.

### *Relación entre VPN y contenidos de carbono de las distintas actividades productivas*

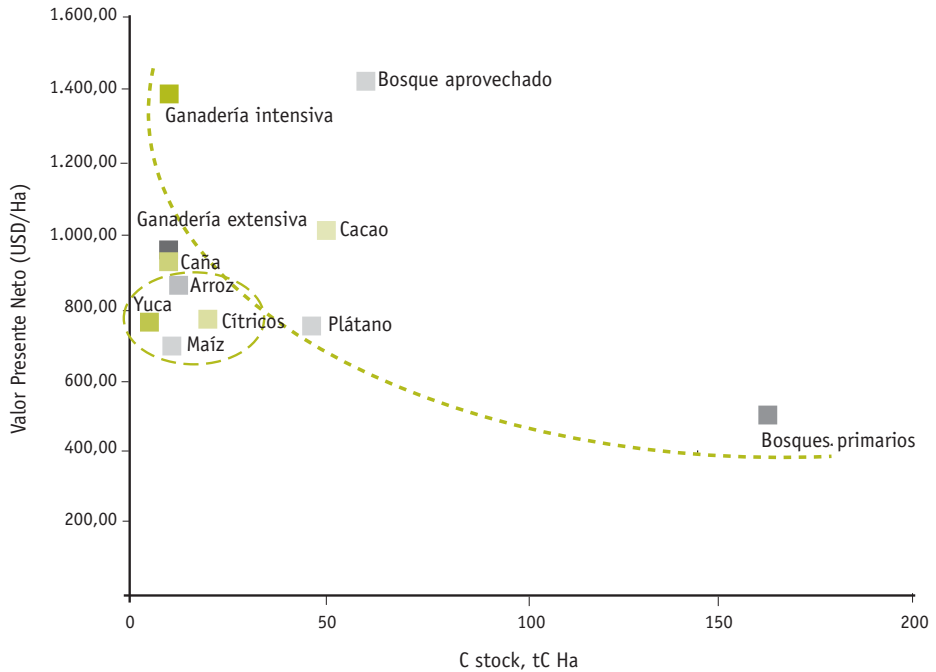
La Figura 9 muestra la relación entre contenidos de carbono y costos de oportunidad (expresados en términos de VPN) de cada alternativa de uso de la tierra. Como se puede apreciar, los usos transitorios de la tierra agrícola, como ser cultivos de yuca, arroz y maíz se caracterizan tener bajos niveles de carbono y baja rentabilidad. En tanto que las plantaciones agroforestales, como el cacao, presentan mayor contenido de carbono y un VPN mayor al de cultivos como arroz, maíz o caña de azúcar.

Los pastizales para la ganadería, predominantes en las zonas de Rurrenabaque, Reyes y Yucumo, presentan dos situaciones: la primera corresponde a una ganadería intensiva, desarrollada por ganaderos de mediana escala y basada en un sistema de producción de mejoramiento de pasturas; la segunda corresponde a la ganadería extensiva, la cual es desarrollada es un esquema de ganadería pequeña y familiar, caracterizada por contar con sistemas de producción tradicional sin manejo. Ambas presentan niveles bajos de contenido de carbono, aunque la primera presenta un VPN más alto en relación a la segunda.

---

<sup>25</sup> Las haciendas ganaderas más grandes de la región se encuentran en el tramo de Reyes a Santa Rosa y por San Borja, áreas no cubiertas por el estudio. Estas áreas se caracterizan por la existencia de grandes extensiones de pastos naturales.

FIGURA 9. VALOR PRESENTE NETO Y CONTENIDO DE CARBONO



Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo. Para los contenidos de carbono se consultaron las fuentes descritas en el Anexo 2.

Usos como el cultivo de maíz, arroz o yuca, que son predominantes en la región, podrían ser sustituidos por usos más rentables y con mejores capacidades de almacenamiento de carbono, como son las plantaciones de frutales o cacao. También es posible incluir cultivos para especies maderables y sistemas silvopastoriles. Estos usos, además de generar mayores beneficios económicos, son reconocidos por tener menores impactos sobre el ecosistema.

### Trayectorias productivas

Considerando las dinámicas productivas observadas, así como la información brindada por los propios productores respecto a los usos de la tierra en el pasado, presente y futuro, se logró tipificar cuatro tipos de trayectorias diferentes:

La trayectoria 1, muda, es muy común en las tres zonas de análisis, siendo los principales cultivos transitorios el arroz, el maíz y la yuca. Este tipo de trayectoria se da en zonas donde se convierte el bosque<sup>26</sup> a cultivos y luego a pastizales para engorde de ganado vacuno. En la zona de estudio, este tipo de trayectoria representa el 45% de los casos, con un costo de oportunidad de 1,76 USD/tCO<sub>2e</sub>.

<sup>26</sup> En la zona de estudio se presentan tanto bosque primario, como bosque aprovechado.

FIGURA 10. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE OPORTUNIDAD POR TRAYECTORIA PRODUCTIVA

Años																														Tipo de trayectoria			USD/ tCO <sub>2e</sub>	USD/ Ha	% Casos
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Trayectoria tipo 1: Muda																																			
Cultivos transitorios								Pastizales																						1,94	1.081	45%			
Trayectoria tipo 2: Plantaciones (cultivos permanentes)																																			
Cultivos transitorios								Plantaciones agroforestería																						1,92	1.030	25%			
Trayectoria tipo 3: Rotación (a)																																			
Cultivos Transitorios				Barbecho				Cultivos Transitorios				Barbecho				Cultivos Transitorios				Barbecho				Cultivos Transitorios				1,91	1.013	12%					
Trayectoria tipo 3: Rotación (b)																																			
Cultivos Transitorios				Barbecho				Cultivos Transitorios				Plantaciones agroforestería																		1,89	1.005	14%			
Trayectoria tipo 4: Manejo forestal																																			
Manejo forestal: extracción de madera																										3,4	1.413	3%							

Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo. Para los contenidos de carbono se consultaron las fuentes descritas en el Anexo 2.

La trayectoria tipo 2 presenta cultivos transitorios en una primera etapa, de tal forma que éstos habiliten espacio para el establecimiento de plantaciones permanentes como cítricos y cacao. Este esquema de uso de suelo es más común en los tramos de San Buenaventura – Ixiamas, aunque también está presente en el tramo Rurrenabaque – Yucumo.

La trayectoria 3 es más característica para actores indígenas originarios, que realizan cultivos mixtos de arroz, yuca y maíz, para luego de la cosecha dejar el suelo en barbecho y después de tres a cinco años realizar un nuevo cultivo transitorio. Sin embargo, también existen trayectorias en las cuales después de aplicar cultivos transitorios con periodos de descanso, se implementan plantaciones de agroforestería. En estos casos, los costos de oportunidad estimados son mayores.

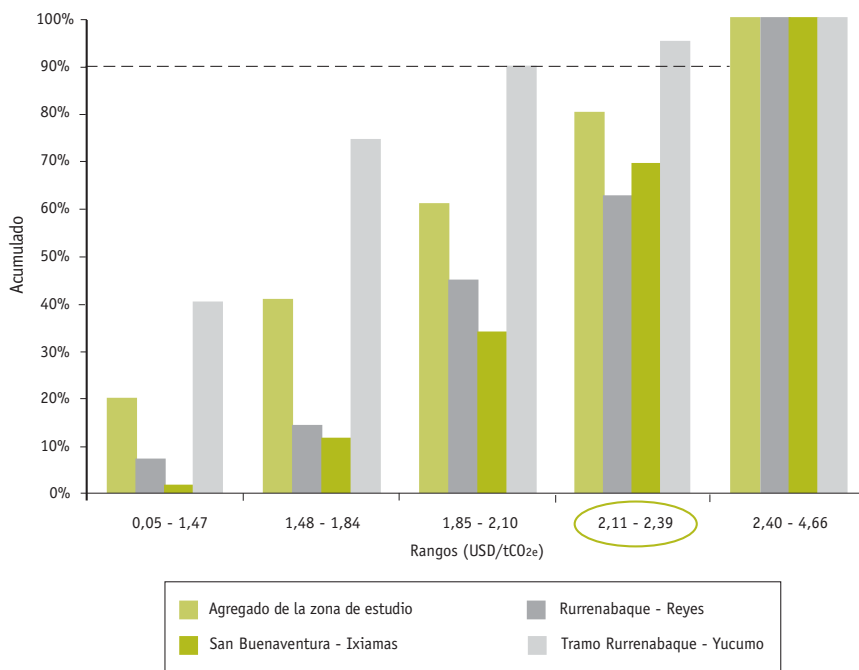
La trayectoria que corresponde al manejo forestal se realiza en mayor porcentaje en la región de Ixiamas. Si bien los costos de oportunidad de este tipo de uso de suelo son los más altos (3,4 USD/tCO<sub>2e</sub>), en el marco de un manejo forestal sostenible regulado los niveles de emisiones son menores a los que se generan por una conversión total de usos de suelo de forestal a no forestal. No obstante, esta estimación da una orientación sobre los incentivos económicos que promueven la creciente tala ilegal en la región.

De acuerdo al análisis realizado en las trayectorias productivas para los tres tramos, existe una tendencia de incremento de la superficie de bosque que será convertida a otros usos durante los próximos años, con un promedio anual 1,5 Ha por unidad productiva. Los tramos en los que se identificó un mayor número de hectáreas para la conversión de usos fueron San Buenaventura – Ixiamas y Rurrenabaque – Yucumo, con 2 y 3 hectáreas anuales por familia, respectivamente.

### Rangos de costos de oportunidad

Considerando distintos rangos de costos de oportunidad por tonelada de emisión evitada, se obtuvo estimaciones asociadas a cada tramo carretero y para el área total de estudio (véase Figura 11).

FIGURA 11. PORCENTAJES DE ÁREA ACUMULADOS, SEGÚN RANGOS DE COSTOS DE OPORTUNIDAD



Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

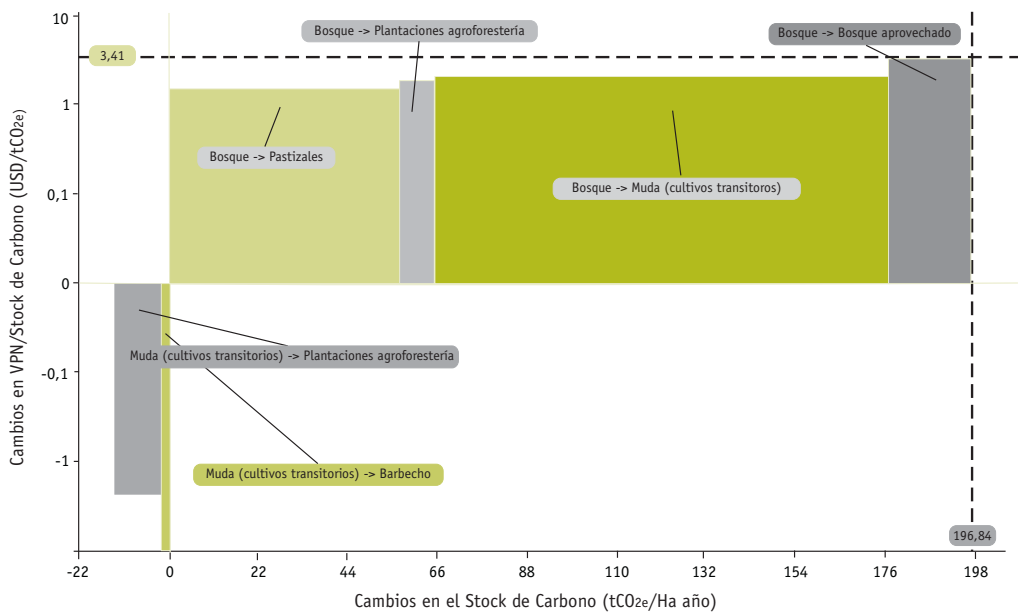
A nivel agregado, se observa que el 90% de los casos tienen costos de oportunidad de hasta 2,39 USD/tCO<sub>2e</sub> (1.298 USD/Ha). En el tramo de Yucumo – Rurrenabaque, el 89% de la deforestación tiene un costo de oportunidad menor de 2,39 USD/tCO<sub>2e</sub>. Mientras que en los tramos de Rurrenabaque – Reyes y San Buenaventura – Ixiamas, ese costo de oportunidad corresponde al 63% y 69% de la deforestación respectivamente.

Los costos de oportunidad promedio en cada tramo son: i) Rurrenabaque – Yucumo: 1,57 USD/tCO<sub>2e</sub>, ii) Rurrenabaque – Reyes: 2,30 USD/tCO<sub>2e</sub> y, iii) San Buenaventura – Ixiamas: 2,28 USD/tCO<sub>2e</sub>. Considerando un promedio de carbono de los bosques de 148 tC/ha y un costo de oportunidad promedio para toda el área de estudio de 1,96 USD/tCO<sub>2e</sub>, el costo de oportunidad de evitar la deforestación en una hectárea de bosque, para un período de 30 años y expresado en valores presentes, ascendería a 1.064 USD/Ha.

### Curva de costo de oportunidad

Una vez calculados los VPN para cada trayectoria productiva e identificados los niveles de carbono promedio contenidos en las mismas, se estimó la curva de costos de oportunidad. Esta curva compara la cantidad de posibles reducciones de emisiones con los costos de oportunidad. El eje vertical representa el costo de la opción de reducción de emisiones (en unidades monetarias por tCO<sub>2e</sub>), mientras que el eje horizontal representa la correspondiente cantidad de reducción (en millones de tCO<sub>2e</sub> por año).

FIGURA 12. CURVA DE COSTO DE OPORTUNIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO



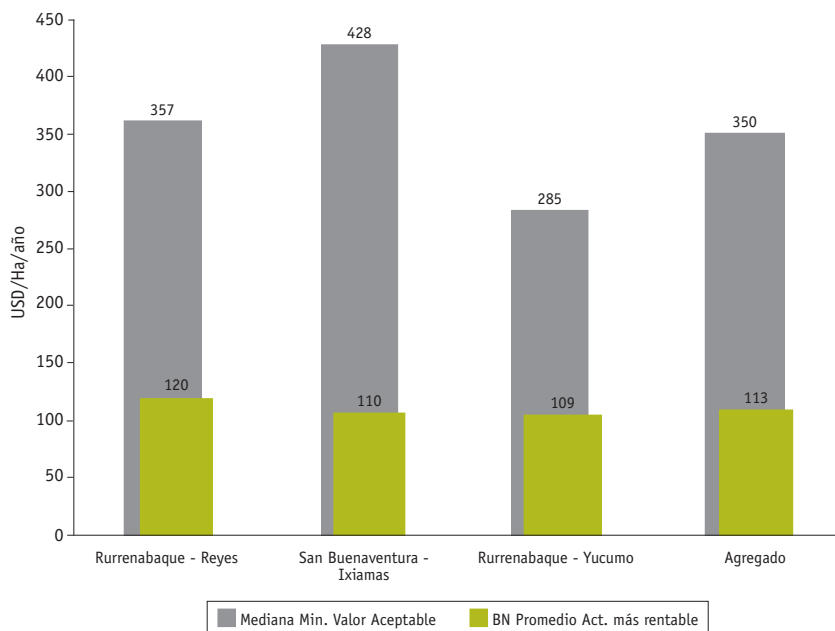
Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

Los cambios de uso de suelo que generan un mayor nivel de emisiones están relacionados a los cambios del bosque hacia cultivos agrícolas transitorios y pastizales (el grosor horizontal de la barra expresa el cambio en el stock de carbono). En tanto que los cambios que tienen potencial de fijación de carbono son aquellos en los cuales se realizan secuencias de usos de cultivos agrícolas transitorios hacia barbecho y plantaciones de agroforestería (hacia la izquierda del eje vertical). A un precio asumido del mercado del carbono de 3,41 USD/tCO<sub>2e</sub>, todos los cambios de uso y sus correspondientes costos de oportunidad, podrían ser cubiertos en la región de estudio (Ver los datos de contenido de carbono considerados en el Anexo 2).

## Mínimo valor aceptable como compensación

Finalmente, y a fin de tener un criterio adicional de análisis, se ha consultado a los diferentes actores productivos cuál sería el valor mínimo que estarían dispuestos a aceptar por mantener una hectárea de bosque y no transformarla a otros usos. Este dato representa sólo una referencia que permite tener una aproximación sobre la percepción que tienen los diferentes productores, en relación al valor económico de sus actividades productivas. A continuación se presenta los valores encontrados en cada tramo.

FIGURA 13. VALOR DECLARADO POR LOS PRODUCTORES RESPECTO AL MONTO DE COMPENSACIÓN MÍNIMO QUE ESTARÍAN DISPUESTOS A RECIBIR PARA DEJAR DE DEFORESTAR, SEGÚN TRAMO



Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

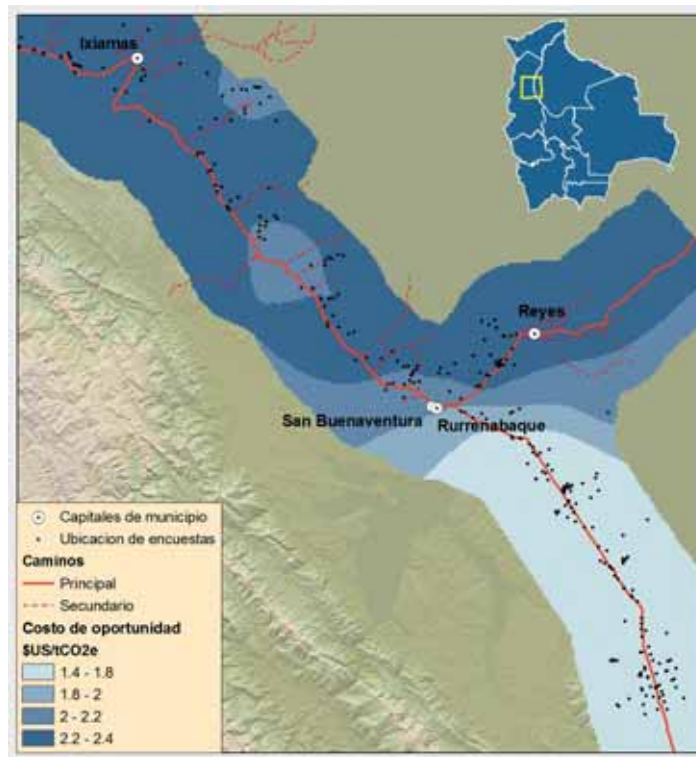
El beneficio neto promedio es de 113 USD/Ha/año, en tanto que la mediana del valor mínimo aceptable es de 350 USD/Ha/año para toda el área de estudio. En todos los casos, los valores mínimos aceptables por conservar una hectárea de bosque se encuentran por encima del beneficio neto promedio estimado para las actividades más rentables (entre 170 y 237 USD/Ha/año adicionales). Se asume que esta situación se explica por las siguientes razones:

- i) La contabilización de costos por parte de los productores es parcial y en muchos casos, costos tales como la mano de obra familiar no son asumidos como tales.
- ii) Ante posibles compensaciones, los productores tienden a asignar a sus predios valores superiores a los reales.

## Interpretación geográfica de los resultados

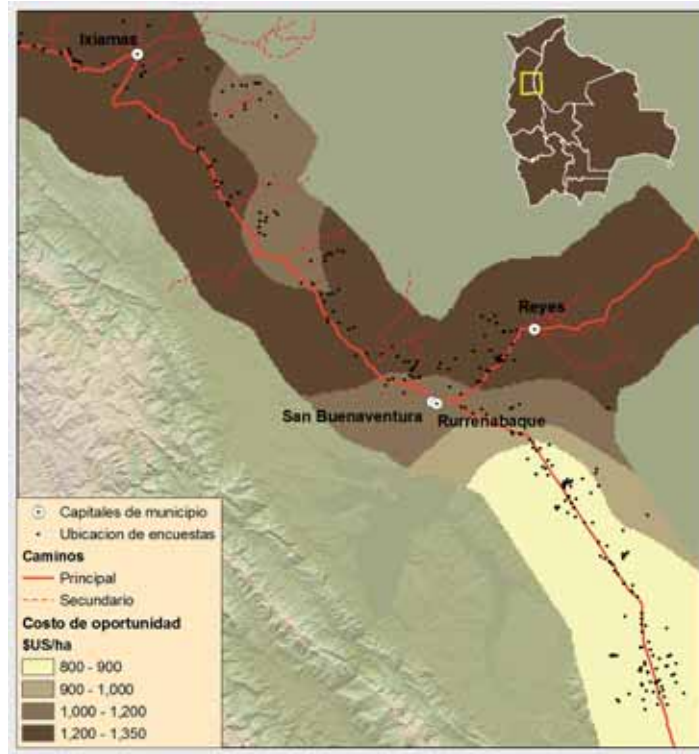
A partir de las estimaciones obtenidas para los costos de oportunidad y mediante el método de interpolación Kriging, se elaboraron mapas para un área que cubre 15 km a cada lado de los tramos carreteros. Esto, a fin de expresar los resultados geográficamente.

MAPA 2. COSTOS DE OPORTUNIDAD PARA ESQUEMAS REDD+ (EN USD/tCO<sub>2e</sub>)



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

MAPA 3. COSTOS DE OPORTUNIDAD PARA ESQUEMAS REDD+ (EN USD/Ha)



Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

Como se puede apreciar en los mapas descritos, el tramo Yucumo – Rurrenabaque presenta costos de oportunidad menores a los observados en los otros tramos considerados, esto puede deberse a que las actividades de ganadería y aprovechamiento forestal maderable, que presentan costos de oportunidad mayores, tienen un mayor dinamismo y participación en las localidades de Reyes e Ixiamas respectivamente.

También se observa que en la zona de influencia del centro poblado de San Buenaventura, los costos de oportunidad son mayores. Esto ocurre porque en esa área se concentran actividades ganaderas intensivas desarrolladas en haciendas privadas que venden su producción al mercado local, así como de extracción selectiva de madera.

## Análisis de sensibilidad

Los datos presentados hasta ahora se estimaron considerando un contenido de carbono promedio de 163 tC/Ha, el cual corresponde al carbono aéreo estimado para el Parque Nacional Madidi y, por otro lado, una tasa de descuento de 6%. Debido a la incertidumbre existente sobre la pertinencia que tendría la aplicación de estos valores, se realizó un análisis de sensibilidad. Este análisis describe los costos de oportunidad para cada uno de los tramos tomando en cuenta 2 niveles de carbono y tasas de descuento superiores a la estimada. La consideración de tasas de descuento superiores responde al hecho de que en Bolivia la tasa de descuento fijada por el Viceministerio de Inversión Productiva y Financiamiento Externo (VIPFE) establece una tasa de descuento única de 12% para actividades productivas<sup>27</sup>.

TABLA 3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD POR NIVELES DE CARBONO Y TASAS DE DESCUENTO

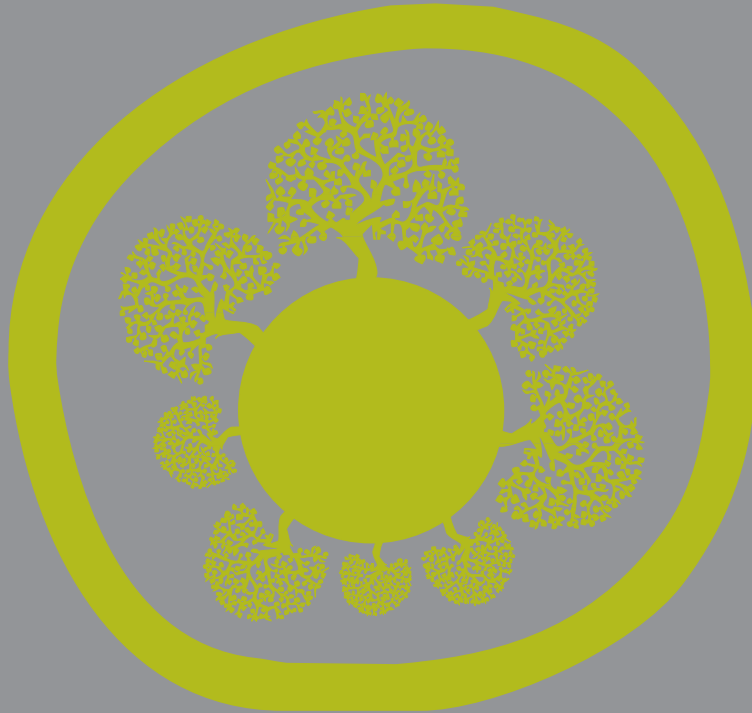
Tramo	Carbono de suelo y aéreo 209 (tC/Ha) (a)				Carbono aéreo 163 (tC/Ha) (b)			
	6%	8%	10%	12%	6%	8%	10%	12%
Rurrenabaque – Reyes	1,76	1,42	1,18	1,00	2,30	1,86	1,54	1,30
San Buenaventura – Ixiamas	1,74	1,43	1,20	1,03	2,28	1,87	1,56	1,33
Rurrenabaque – Yucumo	1,19	0,96	0,78	0,66	1,56	1,25	1,03	0,87
Agregado	1,49	1,21	1,01	0,86	1,95	1,58	1,31	1,12

(a): Biomasa del Madidi registra un total de biomasa (aérea y de suelo) de 436,5 (tn/Ha). Araujo-Murakami; *et ál.*, 2008.

(b): Biomasa aérea del Madidi es de 327,38 (tn/ha). Araujo-Murakami; *et ál.*, 2008.

Fuente: Elaboración propia.

<sup>27</sup> Esta tasa no fue considerada en las estimaciones generales debido a que no es representativa de actividades productivas de pequeña y mediana escala.



## Conclusiones y recomendaciones

## Conclusiones

Considerando una superficie promedio de cambio de usos de suelo de dos hectáreas al año por unidad productiva, el número de unidades productivas consideradas en el universo (3.826 unidades) y el área de influencia del estudio (180.000 Ha), se proyectó una deforestación anual de 7.652 Ha en la región, lo cual representa una tasa de deforestación de 4% anual. Suponiendo que únicamente un 50% del área<sup>28</sup> de influencia del estudio puede ser sujeta a compensación bajo esquemas REDD+, el costo de oportunidad de evitar la deforestación para un período de tiempo de 30 años sería de \$us 130 millones<sup>29</sup>.

La Tabla 4 resume los resultados obtenidos para un esquema REDD+, que podría ser canalizado a través de un fondo, o bien el mercado de carbono y/o esquemas de compensación por conservación. Así mismo, la tabla describe los montos que mínimamente serían aceptados por los productores, para dejar de convertir tierras de bosque a otros usos.

TABLA 4. ESTIMACIÓN DE COSTOS DE OPORTUNIDAD PARA 30 AÑOS (USD/Ha)

Tramo	REDD +		Mínimo aceptable 10%
	USD/Ha	USD/tCO <sub>2e</sub>	
Rurrenabaque – Reyes	1.277	2,30	2.875
San Buenaventura – Ixiamas	1.242	2,28	3.447
Rurrenabaque – Yucumo	1.216	1,57	2.295
Agregado zona de estudio	1.071	1,96	2.819

Fuente: Estimaciones propias en base a los resultados obtenidos del trabajo de campo.

Si bien los costos de oportunidad son menores a los costos totales en los que tendría que incurrir un proyecto REDD+, en promedio oscilan entre el 80% y 95% de los costos totales de evitar la deforestación a través de un proyecto de esta naturaleza (Pagiola y Bosquet, 2010; Benitez, *et ál.* 2001;). Las estimaciones realizadas brindan una aproximación de los costos totales en los que se debería incurrir para el desarrollo de un proyecto REDD+ o cualquier otro tipo de proyecto enfocado en reducir la deforestación a través de compensaciones económicas.

<sup>28</sup> El porcentaje de superficie considerado no responde a ningún análisis o criterio sobre la cantidad de hectáreas que podrían ser consideradas para un proyecto de compensación.

<sup>29</sup> Se estimó que el proyecto REDD Juma en Brasil tendría una capacidad de generar USD 795 millones hasta el 2050, para una superficie de casi 450 mil hectáreas y considerando un precio de 3.5 USD/TMCO<sub>2e</sub> (CCBA, 2008).

El estudio también permite verificar que los costos de oportunidad bajo esquemas REDD+, así como las emisiones evitadas, dependerán de las dinámicas productivas adoptadas. Por ejemplo, ante un cambio de uso de un sistema de muda a otro de plantaciones agroforestales, los rendimientos económicos en el uso de la tierra se incrementan y, a la vez, se reducirán los costos de oportunidad de deforestación evitada, ya que las plantaciones tienen mayor capacidad de fijación de carbono. En ese sentido, las estrategias de deforestación evitada bajo esquemas de carbono, no sólo deben contemplar los beneficios netos del uso de la tierra, sino también los *trade off* entre contenidos de carbono y rentabilidad<sup>30</sup>.

Por otro lado, considerando que algunas alternativas productivas con beneficios económicos competitivos y cuyo impacto en términos de emisiones de GEI son menores, (como es el caso del cacao), se debe tener en cuenta la posibilidad de implementar esquemas combinados donde la actividad productiva cubra una parte de los costos de oportunidad de la deforestación evitada y los programas de conservación y/o deforestación evitada permitan financiar el resto.

Otro aspecto a considerar está relacionado con la percepción de los productores. El hecho de que el mínimo aceptable manifestado es mucho mayor a las estimaciones realizadas advierte sobre la necesidad de desarrollar procesos de socialización de estimaciones de costos y beneficios de las distintas actividades productivas. Los resultados alcanzados llevan a esta conclusión a pesar de que la aproximación al mínimo aceptable fue estimado sin la aplicación de un método riguroso de estimación<sup>31</sup>.

## Recomendaciones

Es indispensable profundizar este tipo de metodologías de estimación de costos de oportunidad de la deforestación evitada y replicarlas en otras regiones, a fin de comprender mejor las dinámicas productivas y los estímulos económicos que generan cambios en el uso de la tierra en situaciones y lugares distintos. La generación de este tipo de información ayudará a orientar mejor la toma de decisiones respecto a las estrategias de reducción de deforestación que podrían ser implementadas. El desarrollo de estas estrategias no debe considerar exclusivamente cuestiones económicas, sin embargo, tampoco debe ignorarlas.

---

<sup>30</sup> Los co-beneficios de agua, biodiversidad y socio-culturales que pueden presentar los distintos usos son también un elemento a considerar, sin embargo, no fueron analizados en el presente estudio.

<sup>31</sup> Para tener una mejor aproximación al monto que los usuarios de la tierra estarían dispuestos a recibir en términos monetarios para dejar el bosque en pie, se recomendaría aplicar el enfoque de subastas.

Complementariamente a este tipo de estimaciones, es necesario realizar análisis sociales, legales e institucionales en profundidad para evaluar la viabilidad de cualquier tipo de incentivo económico para reducir la deforestación. Si bien Bolivia reiteró en la cumbre de Cancún su rechazo a la implementación de proyectos REDD+ bajo esquemas de mercado, queda pendiente un análisis a profundidad sobre los impactos indirectos y positivos que pueden tener este tipo de proyectos en términos de reducción de la pobreza y conservación del capital natural del país, ya que ambos objetivos están priorizados en el Plan Nacional de Desarrollo.

Finalmente, es importante entender que los procesos de deforestación y los mecanismos que coadyuvan a la disminución de los mismos deben ser considerados por los planes de desarrollo nacional, departamental o local. En ese contexto, los costos de oportunidad estimados en la presente investigación, se constituyen en un instrumento clave que apoya a los procesos de decisión y al diseño de estrategias de desarrollo sostenible, donde la reducción de las crecientes tasas de deforestación, no debería ser un elemento ausente.



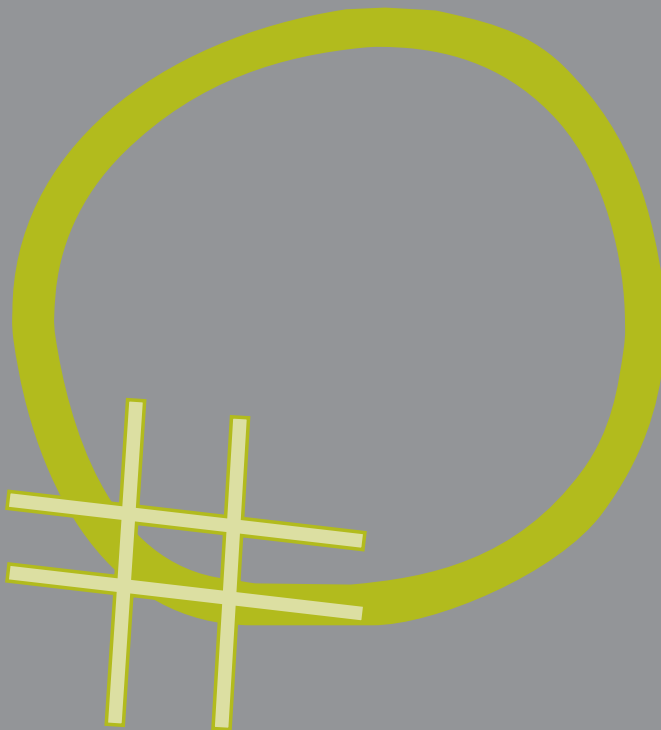
## Bibliografía

- ANDERSEN, L. (2009). *Cambio climático en Bolivia: Impactos sobre bosques y biodiversidad*. Serie de Documentos de Trabajo sobre el Desarrollo No. 11/2009. La Paz, Bolivia: Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo.
- ANDERSEN, L., y MAMANI, R. (2009). *Cambio climático en Bolivia hasta 2100: Síntesis de costos y oportunidades*. La Paz, Bolivia: INESAD.
- ARAUJO-MURAKAMI, A., y JORGENSEN, P. (2008). *Estimaciones de biomasa y carbono en la región Madidi - Bolivia*. La Paz, Bolivia: Herbario Nacional de Bolivia. Jardín Botánico de Missouri y WCS.
- ARCGIS EXPLORER versión 9.3
- ARMAS, A., BÖRNER, J., RÜGNITZ, M., DÍAS, L., TAPIA, S., WUNDER, S., REYMOND, L., NASCIMENTO, N. et ál. (2009). *Pagos por servicios ambientales para la conservación de los bosques en la Amazonía peruana: Un análisis de viabilidad*. Lima, Perú: SERNANP, PROFONANPE.
- BENITEZ, P., OLSCHESKI, R., KONING, F., y LÓPEZ, M. (2001). *Análisis costo - beneficio de uso del suelo y fijación de carbono en sistemas forestales de Ecuador noroccidental*. (Vol. Investigaciones de Bosques Tropicales). Quito, Ecuador: GTZ.
- BÖRNER, J., MBURU, J., GUTHIGA, P., y WAMBUA, S. (2009). "Assesing opportunity cost of conservation: Ingredients for protected area management in the Kakamega Forest, Western Kenya" en *Forest Policy and Economics*. Nairobi, Kenya:
- BURNEO D. y IZKO X. (2009). *Incentivos para la conservación de los ecosistemas forestales*. Quito Ecuador.
- BUTLER, J. (1994). *Geografía económica: aspectos espaciales y ecológicos de la actividad económica*. Distrito Federal México, México: Noriega.
- CAMERON, S., WILLIAMS, K., y MITCHELL, D. (2008). "Efficiency and Concordance of Alternative Methods for Minimizing Opportunity Costs in Conservation Planning". en *Conservation Biology* (Vol. 22 N° 4: 886-896). California, Estados Unidos: Society for Conservation Biology.
- CHOMITZ, K. (2006). *Policies for national-level avoided deforestation programs: a proposal for discussion*. (Vol. Draft 1.3 for discussion. Background paper for Policy Research Report on Tropical Deforestation). Washington D.C., Estados Unidos: World Bank.
- CHOMITZ, K., ALGER, K., THOMAS, T., ORLANDO, H., y VILA NOVA, P. (2005). "Opportunity cost of conservation in a biodiversity hotspot: the case of southern Bahia" en *Environment and Development Economics* 10: 293-312. Londres, Inglaterra: Cambridge University Press.

- CLIMATE COMMUNITY AND BIODIVERSITY ALLIANCE, CCBA (2008). *The Juma Sustainable Development Reserve Project: Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in the State of Amazonas, Brazil*. Banco do Planeta, Fundacao Amazonas Sustentavel, Governo do Estado Do Amazonas.
- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL (2008). Deforestación en el area de influencia del proyecto: "Fostering stakeholder collaboration and monitoring the impact and the conservation actions around infrastructure projects in the Vilcamaba-Amboró Conservation Corridor". La Paz, Bolivia: Conservación Internacional (CI).
- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL (2008). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial Ixiamas*. La Paz, Bolivia: Molina & Asociados.
- CONSERVACIÓN INTERNACIONAL (2009). *Plan Municipal de Ordenamiento Territorial San Buenaventura*. (Vol. Programa de Conservación de Paisajes). La Paz, Bolivia: Molina y Asociados.
- DAUBER, E., TERÁN, J., y GUZMÁN, R. (2006). "Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia" en *Revista Forestal Iberoamericana*. Santa Cruz, Bolivia: .
- DEININGER, K., y MINTER, B. (1996). "Poverty, policies and deforestation: The case of Mexico" en Vols. *Research Project on Social and Environmental Consequences of Growth - oriented policies*, working paper No 5. Washington D.C., Estados Unidos: World Bank.
- FAO (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010*. Roma: FAO.
- FLECK, L., VERA - DÍAZ, M. D., BORASINO, E., GLAVE, M., HAK, J., y JOSSE, C. (2010). "Estrategias de conservación a lo largo de la carretera Interoceánica en Madre de Dios - Perú. Un análisis económico espacial". Lima, Perú: Conservación Estratégica CSF.
- FUNDEPCO, OXFAM, FAM, y CI. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal 2008 - 2012: Desarrollo Turístico - Biodiversidad - Gestión de Riesgo*. Rurrenabaque, Bolivia: Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario (FUNDEPCO); FAM - Bolivia; Conservación Internacional.
- FUNDEPCO, OXFAM, FAM, y CI. (2008). *Plan de Desarrollo Municipal de Rurrenabaque 2008 - 2012: Desarrollo Turístico - Biodiversidad - Gestión de Riesgo*. Rurrenabaque, Bolivia: Fundación para el Desarrollo Participativo Comunitario (FUNDEPCO); FAM - Bolivia; Conservación Internacional.
- GONZÁLES, M., TEN, S., RIVERA, J., y RIVERA, M. (2007). *Diagnóstico Integral para la creación del Área Protegida Municipal de Santa Rosa del Yacuma*. H.A.M. de Santa Rosa del Yacuma.

- GRIEG-GRAN, M. (2008). "The Cost of Avoiding Deforestation" en *International Institute for Environment and Development*. Londres, Reino Unido.
- HOUGHTON, R. (2006). "Land-use change and the carbon cycle" en *Global Change Biology*. (Vol. 1). Estados Unidos.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). (2009). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2008*. La Paz, Bolivia: INE.
- INICIATIVA PARA LA CONSERVACIÓN EN LA AMAZONÍA ANDINA (IICA) (2009). *Proyectos de infraestructura en la Amazonía andina*. Lima. Perú: USAID.
- IPCC. (2007). *El cambio climático 2007*. Ginebra, Suiza: PNUMA, OMN, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- KAIMOWITZ, D., y ANGELSEN, A. (1999). "Economic Models of Tropical Deforestation". en *Center for International Forestry Research (CIFOR)*. Londres, Reino Unido:
- LASCANO, M. (2009). *Programa Socio Bosque: Protegiendo bosque e impulsando el desarrollo de campesinos e indígenas del país*. Ecuador: Ministerio del Ambiente. Programa Socio Bosque.
- MALKY, A., y LEDEZMA, J. C. (2009). *Factibilidad económica y financiera de la producción de caña de azúcar y derivados en el norte del departamento de La Paz*. (Vol. Serie Técnica 18). La Paz, Bolivia: Conservación Estratégica.
- MINANG, PA., MEADU, V., DEWI, S. Y SMALLOW B. (2008). *The Opportunity Cost of Avoiding emissions from Deforestation*. (PolicyBrief N° 10). Nairobi, Kenya: ASB Partnership for the Tropical Forest Margins.
- NAIDOO, R., y ADAMOWICZ, W. (2006). "Modeling Opportunity Costs of Conservation in Transitional Landscapes" en *Conservation Biology*. Vol. 20. Londres, Reino Unido.
- PAGIOLA, S., y BOSQUET, B. (2010). *Estimando los costos de oportunidad de REDD a nivel país*. Washington, Estados Unidos: Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) - World Bank.
- PALM C.; S VOSTI P.; SANCHEZ and ERICKSEN P. (eds.) (s/a). *Slash and Burn: The Search for Alternatives*. New York: Columbia University Press.
- PANAYOTOU, T. (1994). *Ecología, medio ambiente y desarrollo: debate, crecimiento versus conservación*. México, DF: International Center for Economic Growth. Harvard Institute for International Development.
- PARKER C., y MITCHELL, A. (2009). *El pequeño libro de REDD+*. Londres, Reino Unido: Global Canopy Foundation.

- PNCC (2009). *Análisis de los impactos del cambio climático sobre la economía boliviana*. (P. N. (PNCC), Ed.) La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- PNCC (2009). *Estrategia Nacional de Bosque y Cambio Climático*. (P. N. (PNCC), Ed.) La Paz, Bolivia: Ministerio de Medio Ambiente y Agua.
- PNUD (2008). "La otra frontera: Usos alternativos de recursos naturales en Bolivia" en *Informe Nacional Temático sobre Desarrollo Humano*. La Paz, Bolivia: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).
- RICHARDS K, y STOKES C. (2004). "A Review of Forest Carbon Sequestration Cost Studies: A Dozen Years of Research" en *Climatic Change* 63:1-48. Estados Unidos: National Research Council.
- RIVERO, W (2009). *Una mirada a la diversidad de Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia: Amazonía Norte.
- SERNAP (2009). *Plan de Manejo y Plan de Vida de la Reserva de la Biósfera y Tierra Comunitaria de Origen Pilón Lajas 2007 - 2017*. La Paz, Bolivia: Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).
- SOUTHGATE, D. (1990). "The causes of land degradation along 'Spontaneously' expanding agricultural frontiers in the third world" en *Land Economics* 66 (1): 93-101. Washington, Estados Unidos: Department of Agriculture USA.
- STERN, N. (2006). Stern Review: "The Economics of Climate Change". Londres: Gobierno Británico.
- SWALLOW, B., VAN NOORDWIJK, M., DEWI, S., MURDIYARSO, D., WHITE, D., GOCKOWSKI, J., HYMAN, G., BUDIDARSONO, S., ROBIGLIO, V., et ál. (2007). *Opportunities for Avoided Deforestation with Sustainable Benefits. An interim report of the ASB partnership for the Tropical Forest Margins*. Nairobi, Kenya: ASB Partnership for the Tropical Forest Margins.
- URIESTE, A. (2010). *Deforestación en Bolivia. Una amenaza mayor al cambio climático*. La Paz, Bolivia: Fundación Friedrich Ebert.
- WUNDER, S. (2000). *The Economics of Deforestation: The example of Ecuador*. Londres, Inglaterra: ST Antony's Series
- WWF; INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA (2008). *Gestión de cuencas y servicios Ambientales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.



## Anexos

## Anexo 1. Distribución del relevamiento de información en campo

TABLA 5. ESTIMACIÓN DE MUESTRA Y NÚMERO DE ENCUESTAS RELEVADAS, SEGÚN CRITERIOS DE SEGMENTACIÓN

Criterios de segmentación	Muestra	Nro. de encuestas	Porcentaje
<b>Municipio</b>			
Ixiamas		61	18,7
Reyes		46	14,1
Rurrenabaque		116	35,6
San Borja		43	13,2
San Buenaventura		60	18,4
<b>Rango de deforestación</b>			
De 0 a 41.040 m <sup>2</sup>	43	50	15,3
De 41.041 a 106.920 m <sup>2</sup>	62	60	18,4
De 106.921 a 178.920 m <sup>2</sup>	67	58	17,8
De 178.921 a 299.880 m <sup>2</sup>	83	70	21,5
Mayor a 299.881 m <sup>2</sup>	38	58	17,8
Sin referencia geográfica		30	9,2
<b>Distancia al eje</b>			
De 0 a 283	78	52	16,0
De 284 a 707 m	60	53	16,3
De 708 a 2.419 m	46	36	11,0
De 2.420 a 5.714 m	54	92	28,2
Mayor a 5.715 m	55	63	19,3
Sin referencia geográfica		30	9,2
<b>Distancia al mercado</b>			
Rurrenabaque	215	223	68,4
Yucumo	78	73	22,4
Sin referencia geográfica		30	9,2
<b>Total</b>	<b>293</b>	<b>326</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Referencia de contenidos de carbono

TABLA 6. CONTENIDOS DE BIOMASA Y CARBONO DE BOSQUES REFERENCIALES

Fuente	Región	Contenido de Biomasa (t/Ha)			Contenido de Carbono (tC/Ha)		
		Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Araujo-Murakami y Jorgensen (2008)	Madidi	327 (*)	436	725	163 (*)	209,5	348,3
Dauber, Terán y Guzmán (2006)	Amazonía	109	248	352	54,5	124	176
Dauber, Terán y Guzmán (2006)	PreAndino Amazónico	116	177	256	58	88,5	128
Swallow, y otros (2007). ASB.	Bosques Naturales Tropicales					250	

(\*): Biomasa y Carbono aéreo.

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes descritas.

TABLA 7. CONTENIDOS DE CARBONO PROMEDIO, SEGÚN TIPO DE CULTIVO

Fuente	Región	Contenido de Carbono (tC/Ha)
Banco Mundial. FCPF. 2009.	Extracción de madera de bosques manejados	60
Simulated responses of soil organic carbon stock to tillage management scenarios in the Northwest Great Plains Zhengxi Tan, <sup>1</sup> Shuguang Liu, <sup>1,2</sup> Zhengpeng Li, <sup>1</sup> and Thomas R Loveland <sup>3</sup> Carbon Management.	Maíz	11
Studies of Environmental Science 25. Amsterdam.	Arroz	17
ASB (2009).	Cacao	53,5
CATIE. Agroforestería. Estudio de Biomasa y Carbono para el plátano.	Plátano	45
Plan Vivo Carbon Sequestration Project. 2009.	Cítricos	19,5
ASB. 2007.	Yuca	4
Banco Mundial. FCPF. 2009	Pastizales	10
Banco Mundial. FCPF. 2009	Barbecho 3 años	8

Fuente: Elaboración propia en base a las fuentes descritas.

## Anexo 3. Datos promedio de la actividad forestal maderable

TABLA 8. INGRESOS Y COSTOS PROMEDIO ESTIMADOS PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL PARA EL MUNICIPIO DE IXIAMAS (2010)

Detalle	Unidad	Monto
Intensidad de aprovechamiento		4,36
Sup./has. Promedio	m <sup>3</sup> r/Ha	5.741
Producción por hectárea	m <sup>3</sup> r/ha	5,0
Precio promedio	USD/m <sup>3</sup> r	40,0
Costo total	USD/m <sup>3</sup> r	24,7
Ingresos	USD/Ha	200,0
Beneficios netos anuales	USD/Ha	160,2
<b>Costos de extracción</b>	USD/m <sup>3</sup> r	
Exploración	USD/m <sup>3</sup> r	0,32
Sendeo	USD/m <sup>3</sup> r	0,53
Corte	USD/m <sup>3</sup> r	1,24
Brecha (camino)	USD/m <sup>3</sup> r	2,56
Rodeo en monte	USD/m <sup>3</sup> r	3,53
Transporte de monte a pueblo	USD/m <sup>3</sup> r	6,31
Carguio	USD/m <sup>3</sup> r	2,25
Manejo forestal	USD/m <sup>3</sup> r	0,92
Censo forestal	USD/m <sup>3</sup> r	1,97
Apoyo logístico	USD/m <sup>3</sup> r	2,39
Saneo	USD/m <sup>3</sup> r	1,61
Agua en monte	USD/m <sup>3</sup> r	1,03

Fuente: Programa PAI y Fundación PUMA.



## Serie Técnica

Edición 7 – Efeitos de projetos de infra-estrutura de energia e transportes sobre a expansão da soja na bacia do rio Madeira (2007). maria del carmen vera-díaz, john reid, britaldo soares filho, robert kaufmann y leonardo c. fleck

Edición 8 – Análisis económico y ambiental de carreteras propuestas dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (2007). victor hugo ramos, irene burgués, leonardo c. fleck, gerardo paiz, piedad espinosa y john reid

Edición 9 – Análisis ambiental y económico de proyectos carreteros en la Selva Maya, un estudio a escala regional (2007). dalía amor conde, irene burgúes, leonardo c. fleck, carlos manterota y john reid

Edición 10 – Tenosique: Análisis económico-ambiental de un proyecto hidroeléctrico en el Río Usumacinta (2007). israel amescua, gerardo carreón, javier marquez, rosa maria vidal, irene burgués, sarah cordero y john reid

Edición 11 – Critérios econômicos para a aplicação do Princípio do Protetor-Recebedor; Estudo de caso do Parque Estadual dos Três Picos (2007). juliana strobel, wilson cabral de souza júnior, ronaldo seroa da motta, marcos amend y demerval gonçalves

Edición 12 – Carreteras y Áreas Protegidas: un análisis económico integrado de proyectos en el norte de la amazonia boliviana (2007). leonardo c. fleck, lilian painter y marcos amend

Edición 13 - El efecto Chalalán: Un ejercicio de valoración económica para una empresa comunitaria (2007). alfonso malky, cándido pastor, alejandro limaco, guido mamani, zenón limaco y leonardo c. fleck

Edición 14 - Beneficios y costos del mejoramiento de la carretera Charazani-Apolo (2007). lía peñarrieta venegas y leonardo c. fleck

Edición 15 - El desafío de Mapajo. Análisis Costo - Beneficio de la empresa comunitaria Mapajo Ecoturismo Indígena (2008). liceette chavarro, alfonso malky y cecilia ayala

Edición 16 - Valoración económica de los servicios turísticos y pesqueros del Parque Nacional Coiba ricardo montenegro, linwood pendelton y john reid

Edición 17 - Eficiência econômica, riscos e custos ambientais da reconstrução da rodovia BR-319. leonardo c. fleck

Edición 18 - Factibilidad económica y financiera de la producción de caña de azúcar y derivados en el norte del departamento de La Paz (2009). alfonso malky y juan carlos ledezma

Edición 19 - Factibilidad financiera y proyección de negocio para la producción de cacao en el norte del departamento de La Paz (2009). alfonso malky y sophía espinoza

Edición 20 - Estrategias de conservación a lo largo de la carretera Interoceánica de Madre de Dios, Perú: Un análisis económico - espacial (2010). leonardo c. fleck, maría del carmen vera-díaz, elena borasino, manuel glave, jon hak y carmen josse

Edición 21 - El Filtro de Carreteras: Un análisis estratégico de proyectos viales en la Amazonía (2011). alfonso malky, juan carlos ledezma, john reid, leonardo fleck

Edición 22 - Análisis del costo de oportunidad de la deforestación evitada en el noroeste amazónico de Bolivia (2012). alfonso malky, daniel leguía y juan carlos ledezma

REALIZACIÓN



APOYO

