



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO DE ECONOMÍA**

**ALTERNATIVAS ECONÓMICAS PARA LA  
CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES HÚMEDOS DEL  
PERÚ CON ÉNFASIS EN LA REGIÓN UCAYALI**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**DOCTOR EN ECONOMÍA**

PRESENTA:

**Zenayda Emilia Estrada Tuesta**

DIRECTOR DE TESIS:

**Dr. Alonso Aguilar Ibarra**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS

CD.MX.

abril, 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*“El desarrollo de las personas es el camino”.*

*“A los mártires indígenas y ciudadanos del Perú que han sufrido y sufren marginación, discriminación, persecución carcelaria y hasta la muerte por defender los bosques amazónicos”.*

*A ti Dios, por estar siempre conmigo.*

*A Claudia Paola y Juan Rodolfo Neptalí: Mis regalos de Dios.*

*A mí siempre amigo y colega: Mi esposo.*

*A mi madre: Una dulce inspiración.  
A mi padre: Autoridad en mi memoria  
A mis hermanos: Mi eterna gratitud.  
A mis sobrinos: Las canteras del Perú.*

*A la Región Ucayali en Perú: Mi tierra natal.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Al Doctor Alonso Aguilar Ibarra por ser un exigente y dedicado asesor.*

*Al Doctor Roberto Escalante Semarena por sus valiosas contribuciones a la investigación doctoral.*

*A la Red de Instituciones Vinculadas a la Capacitación en Economía y Políticas Agrícolas en América Latina y el Caribe (REDCAPA) y Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) por el financiamiento otorgado para la realización de mis estudios de doctorado.*

*Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (Costa Rica) y la University Of The West Indies en St. Augustine (Trinidad y Tobago) por brindarme entrenamiento e información para el desarrollo de la presente investigación.*

*Al Ph. D. Carlos Reynel Rodríguez por permitirme la identificación de muestras botánicas en el Herbario Forestal MOL de la Universidad Agraria La Molina (UNALM).*

*Al Ing. M. Sc. Juan Carlos Guerra Da Silva del Instituto del Medio Ambiente de Rio Branco en Acre (Brasil) por permitirme recopilar información.*

*A los trabajadores de la estación experimental del Bosque Macuya de la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa, Perú).*

*A los jóvenes estudiantes, practicantes y tesisistas de la Escuela de Administración e Ingeniería Ambiental y Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) (Pucallpa, Perú) por la generosa colaboración en la toma de información de campo.*

*A los jóvenes de Cobija (Pando, Bolivia) por haberme mostrado su maravilloso país y permitirme recopilar información de campo.*

*A la gran Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por haberme permitido ser parte de ella y así poder mirar la luz del mundo.*

*A la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) por haberme formado como profesional y ciudadana del mundo.*

# CONTENIDO

<b>Capítulo 1.</b>	<b>Introducción general</b>	<b>1</b>
1.1.	Planteamiento del problema	2
1.2.	Justificación	3
1.3.	Objetivos	4
<b>Capítulo 2.</b>	<b>Marco teórico y antecedentes</b>	<b>5</b>
2.1.	El desarrollo sustentable	5
2.2.	Los tres pilares del desarrollo sustentable	7
2.3.	Sustentabilidad fuerte y débil	7
2.4.	Estudios de casos de gestión sustentable en bosques húmedos en el mundo	9
2.5.	Estudios de casos de gestión sustentable en bosques húmedos de Perú	13
2.6.	Valoración económica ambiental	15
	2.6.1. Fundamentos	15
	2.6.2. Valoración de ecosistemas	17
2.7.	Los servicios ambientales.	19
	2.7.1. La eficacia y eficiencia del pago por servicios ambientales (PSA)	21
	2.7.2. Las experiencias de servicios ambientales.	23
2.8.	Biomasa	24
	2.8.1. Biomasa forestal	25
	2.8.2. Estimación de biomasa	25
	2.8.3. Causas de pérdida de biomasa	27
	2.8.4. Consecuencias de pérdida de biomasa	29
	2.8.4.1. Ecológicas	29
	2.8.4.2. Económicas	31
	2.8.4.3. Sociales	32
<b>Capítulo 3.</b>	<b>El bosque húmedo en Ucayali - Perú</b>	<b>33</b>
3.1.	El bosque	33
	3.1.1. Definición	33
	3.1.2. Situación de los bosques en el mundo	33
	3.1.3. El bosque secundario	34
3.2.	Descripción de la región Ucayali (Perú)	36
	3.2.1. Aspectos geográficos	37
	3.2.2. Aspectos ecológicos	37
	3.2.3. Aspectos socioeconómicos	38
	3.2.3.1. Población	38
	3.2.3.2. Índice de Desarrollo Humano, pobreza, educación y desnutrición	39
	3.2.3.3. Empleo	42
	3.2.4. Índice de Competitividad Regional (INCORE)	44
3.3.	Descripción del bosque Macuya (Ucayali - Perú)	45

3.3.1.	Ubicación	45
3.3.2.	Superficie y límites	46
3.3.3.	Clima y fisiografía	46
3.3.4.	Aspectos socio económicos y comunicaciones	46
3.4.	Valor de los bosques amazónicos	47
3.4.1.	Los bosques amazónicos	47
3.4.2.	Los bosques y el desarrollo sustentable	48
3.4.3.	La valoración del bosque y de sus usos	48
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Metodología para valoración ambiental</b>	<b>52</b>
4.1.	Tipo de investigación	52
4.1.2.	Gabinete	52
4.2.2.	Campo	52
4.2.	Diseño de investigación.	52
4.3.	El valor económico total	53
4.4.	Población y muestra	55
4.4.1.	Población	55
4.4.2.	Muestra	56
4.5.	Instrumento de colecta y análisis.	57
4.5.1.	Instrumento de colector de datos	57
4.5.2.	Instrumento de análisis de datos.	58
4.6.	Métodos de valoración ambiental	58
4.6.1.	Costo de Oportunidad	58
4.6.2.	La evaluación económica y social	59
4.6.2.1.	La tasa de descuento	59
4.6.2.2.	El análisis costo - beneficio	60
4.7.	Procedimientos para obtener los valores de uso directo (VUD) y valores de uso indirecto (VUI)	61
4.7.1.	Aprovechamiento forestal maderable (VUD)	61
4.7.2.	Productos de fauna silvestre (VUD)	62
4.7.3.	Turismo (VUI)	63
4.7.4.	Inventario de Carbono (VUI)	64
4.8.	Descripción y Justificación de escenarios	73
4.8.1.	Escenario base	73
4.8.1.1.	Concesiones forestales maderables	73
4.8.1.2.	Antecedentes y tendencias futuras de la deforestación	75
4.8.2.	Escenarios de gestión forestal en superficies deforestadas	78
4.8.2.1.	Plantación de Bolaina Blanca ( <i>Guazuma crinita</i> )	79
4.8.2.2.	Plantación de Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	80
4.8.2.3.	Sistema Silvoagrícola con Tornillo ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> ), Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) y Banano ( <i>Musa spp.</i> )	80
4.8.2.4.	Restauración ecológica	82
4.9.	Modelos matemáticos para las proyecciones	82
4.9.1.	Bolaina Blanca	83
4.9.2.	Caoba y Tornillo	83
4.10.	Valor de la madera en pie	84
4.11.	Estimación del costo de oportunidad	84

<b>Capítulo 5.</b>	<b>Valor económico de los bienes y servicios ambientales en Ucayali - Perú</b>	<b>86</b>
5.1.	Aprovechamiento forestal maderable	86
5.2.	Productos de fauna silvestre	91
5.3.	Turismo	94
5.4.	Inventario de Carbono	96
<b>Capítulo 6.</b>	<b>Gestión forestal en Ucayali - Perú</b>	<b>99</b>
6.1.	La Gobernanza Forestal en el Perú	99
6.2.	Escenario base	103
6.2.1.	Concesiones forestales	103
6.2.2.	Bosques secundarios	104
6.3.	Escenarios de gestión forestal	105
6.3.1.	Concesiones forestales con incremento en la intensidad de aprovechamiento maderable	105
6.3.2.	Concesiones forestales con incremento de los precios de mercado en productos de fauna silvestre	107
6.3.3.	Plantación de Bolaina Blanca ( <i>Guazuma crinita</i> )	108
6.3.4.	Plantación de Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	111
6.3.5.	Sistema Silvoagrícola con Tornillo ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> ), Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) y Banano ( <i>Musa</i> spp.)	113
6.3.6.	Restauración Ecológica	119
6.4.	Estimación de Costos de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali	123
6.5.	Comentarios Finales	128
<b>Capítulo 7.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones generales</b>	<b>130</b>
<b>Bibliografía</b>		<b>137</b>
<b>Anexos</b>		<b>150</b>
1	Encuestas a Usuarios del Bosque Húmedo en Ucayali	150
2	Mapa de Concesiones Forestales en Ucayali (2014)	152
3	Inventario de Carbono en el Bosque Macuya	153
4	Referencias de Plantaciones Experimentales con Especies Seleccionadas	154
5	Modelos de Crecimiento para Especies Seleccionadas	155
6	Almacenamiento de Carbono por Propuesta de Gestión	157
7	Valor Presente Neto por Propuesta de Gestión	160
8	Panel Fotográfico de Actividades Realizadas en Campo	163

## RELACIÓN DE TABLAS

1	Las versiones teóricas del desarrollo sustentable.	5
2	Valoración Económica de los Beneficios del Bosque.	16
3	Población Censada y Tasa de Crecimiento en Ucayali (1940 al 2007)	39
4	Índice de Competitividad Regional (INCORE) de Ucayali (2014)	44
5	Tipología de los Usos de los Valores Forestales.	49
6	Valores medidos y técnicas / métodos de valoración.	50
7	Debilidades principales de cada una de las técnicas y métodos de valoración empleados en bosques.	58
8	Tasa de Interés Promedio del Sistema Bancario del Perú (2011-2014) según Categoría.	60
9	Tamaño de parcelas para inventarios de carbono.	66
10	Número de árboles por transecto de 0.1 ha en el bosque "Macuya".	66
11	Modelos alométricos para la estimación de biomasa de raíces.	71
12	Caracterización de suelos del Bosque Macuya.	72
13	Unidades de Aprovechamiento de los Bosques de Producción Permanentes del Perú.	74
14	Pérdida de bosque con respecto al bosque amazónico original en Ucayali.	76
15	Usos de la tierra deforestada en hectáreas en la región Ucayali (2000).	76
16	Superficie Potencial al 2014 para Gestión Forestal en Ucayali.	77
17	Resultados en una parcela agroindustrial en Pichanaqui (Junín, Perú).	81
18	Resultado productivos silvoagrícolas a los 10 años.	81
19	Estimación del Valor de la Madera en Pie por Especie Maderera en Ucayali.	84
20	Producción y Precio de Madera Rolliza por Especie Maderera en Ucayali (2012).	88
21	Costos de Producción de Madera Rolliza en Ucayali (2012).	89
22	Producción y Precio de Comercialización de Productos de Fauna Silvestre en Ucayali (2012).	92
23	Ingresos de los Diferentes Productos de Fauna Silvestre Comercializados en Ucayali (2012).	93
24	Costos de los Diferentes Productos de Fauna Silvestre Comercializados en Ucayali (2012).	94
25	Resultados de Encuestas realizadas en Turismo para Ucayali (2013).	96
26	Carbono almacenado en el Bosque Macuya.	97
27	Estructura de Costos por Sistema Productivo de Bolaina Blanca ( <i>Guazuma crinita</i> ) en Ucayali.	109
28	Estructura de Costos en Plantación Pura de Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> ) en Ucayali.	112
29	Estructura de Costos en Sistema Silvoagrícola con Tornillo ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> ), Cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ) y Banano ( <i>Musa spp.</i> ) en Ucayali.	114
30	Ingresos y Costos Totales por Sistema Productivo en Ucayali.	116
31	Ingresos Potenciales por Carbono en Plantaciones de Ucayali.	117
32	Estructura de Costos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali.	119
33	Ingresos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali.	120
34	Valor Presente Neto y Costo de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali con Tasa de Descuento de 4%.	124
35	Valor Presente Neto y Costo de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali con Tasa de Descuento de 10%.	125
36	Valor Presente Neto y Costo de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali con Tasa de Descuento de 15%.	126

## RELACIÓN DE FIGURAS

1	Triángulo crítico del desarrollo.	8
2	Los diez países con mayor área de bosques primarios en el mundo.	34
3	La Región Ucayali y sus Provincias.	36
4	Evolución del Índice de Desarrollo Humano (IDH) en Ucayali (1993 al 2012).	40
5	Pobreza monetaria en Ucayali (2004 al 2012).	41
6	Desnutrición crónica en niños menores de 5 años en Ucayali (1996 al 2012).	42
7	Rendimiento deficiente en razonamiento matemático y comprensión lectora en Ucayali (2007 al 2012)	43
8	Población económicamente activa (PEA) en Ucayali (2001 al 2012).	43
9	Mapa Fisiográfico del “Bosque” Macuya” con Ubicación del Centro de Investigación y Capacitación Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa, Perú).	45
10	Metodología de Valoración Económica de un Bosque Tropical.	53
11	Mapa del límite occidental del bosque húmedo del Perú según la clasificación por Ecorregiones.	56
12	Mapa de Ubicación de la Región Ucayali (Perú).	57
13	Esquema Metodológico utilizado para la estimación de la Biomasa Aérea o Biomasa por encima del suelo.	65
14	Diseño de la parcela circular de inventario de carbono de 400 m <sup>2</sup> con cuatro cuadrantes (I, II, III, IV) y subparcelas de medición de sotobosque, hojarasca y necromasa.	67
15	Diagrama de flujo para calcular el carbono en los principales depósitos en ecosistemas forestales.	68
16	Proyección de Deforestación en Ucayali al 2014 Según Usos de la Tierra.	77
17	Producción de Madera Rolliza en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios de Ucayali (2002 - 2012).	87
18	Precio promedio anual de madera rolliza en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios de Ucayali (2008 - 2012).	90
19	Rentabilidad histórica en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios Sin Manejo de Ucayali (2008 - 2012).	91
20	Arribos de Personas Nacionales y Extranjeras a Ucayali (2002 - 2012).	95
21	Organigrama del Sector Forestal en el Perú.	102
22	Beneficio Neto para Concesiones Forestales Sin Manejo en Ucayali Según Tasa de Descuento.	103
23	Beneficio Neto para Bosques Secundarios Sin Manejo en Ucayali Según Tasa de Descuento.	104
24	Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IAM = 6 m <sup>3</sup> / ha Según Tasa de Descuento.	106
25	Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IAM = 10 m <sup>3</sup> / ha Según Tasa de Descuento.	106
26	Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IPMFS = 40% Según Tasa de Descuento.	107
27	Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IPMFS = 80% Según Tasa de Descuento.	108
28	Beneficio Neto en Plantación con Manejo de Regeneración Natural de Bolaina Blanca en Ucayali Según Tasa de Descuento.	110
29	Beneficio Neto en Plantación Pura de Bolaina Blanca en Ucayali Según Tasa de Descuento.	111
30	Beneficio Neto en Plantación Pura de Caoba en Ucayali Según Tasa de Descuento.	113
31	Beneficio Neto en Sistema Silvoagrícola con Tornillo, Cacao y Banano en Ucayali Según Tasa de Descuento.	115
32	Beneficio Neto en Proyecto de Restauración Ecológica Según Incremento de Flujos Turísticos.	122

## Capítulo 1. Introducción general

Los Bosques Húmedos del Perú tienen el potencial para ser una fuente abundante de riquezas. Según el informe “Estado de los Bosques del Mundo 2014”, publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación <sup>1</sup> (FAO), el Perú cuenta con más de 72 millones de hectáreas de cobertura forestal. De la superficie total (128.5 millones de hectáreas) se calcula que el 60% son bosques, lo que ubica al país en el segundo lugar en cuanto a la extensión cubierta por bosques naturales en Sudamérica y en el noveno lugar a nivel mundial. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura (FAO, 2014), alrededor del 89% de los bosques de Perú es primario y el país ocupa el cuarto lugar a nivel mundial con respecto a la extensión de sus bosques tropicales.

Según la clasificación de suelos por la capacidad de uso mayor, el 80% del territorio nacional peruano corresponde a tierras aptas para la producción forestal y a tierras de protección. Existen más de 800 mil hectáreas de plantaciones forestales y unos 10 millones de hectáreas de tierras aptas para la reforestación. Pese a su gran potencial, la contribución del sector forestal a la economía nacional es muy reducida: menos del 1% del Producto Bruto Interno (PIB) <sup>2</sup> nacional (FAO, 2014).

De la misma manera, según el informe “Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2011” de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), del 2000 al 2011, la pérdida anual neta de los bosques del mundo fue de 5.2 millones de hectáreas. América del Sur fue la región más afectada en ese periodo, puesto que perdió alrededor de 4 millones de hectáreas por año.

La depredación desmedida de sus recursos forestales ha seguido inmutablemente su curso. La tasa actual de deforestación es en promedio de 725 hectáreas de bosques destruidos por día, ocasionando importantes problemas ecológicos-ambientales y socio-económicos como la pérdida de biomasa, conversión de uso de suelos, escasez de agua, tala ilegal, así como incremento de la pobreza entre otros. Todo ello por la ausencia de una política económica ecológica y ambiental, que permita realizar la valoración efectiva de los bosques y sus servicios

---

<sup>1</sup> Desde 1945 (Québec, Canadá), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (*Food and Agriculture Organization* por sus siglas en Inglés), es el principal organismo de las Naciones Unidas encargado de dirigir las actividades internacionales de lucha contra el hambre. El trabajo de la FAO consiste en ayudar a los países en desarrollo a modernizar y ampliar su agricultura, silvicultura y pesca, mejorar sus niveles de alimentación y nutrición y aliviar así la pobreza y el hambre. La FAO tiene como promedio más de 1,800 proyectos del Programa de Campo (acciones operativas), los cuales atraen más de 300 millones de dólares al año de organismos y gobiernos locales.

<sup>2</sup> El producto bruto interno (PBI), es una magnitud macroeconómica que expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país (o una región), durante un período determinado de tiempo (normalmente un año). El PBI es usado como objeto de estudio de la macroeconomía y su cálculo se encuadra dentro de la contabilidad nacional.

dentro de las cuentas nacionales. El valor económico de los recursos naturales y los ecosistemas son desconocidos y mucho menos cuantificados, lo que impide un análisis y un manejo adecuado de los bienes y servicios ambientales (Gorfinkiel, 1999).

La valoración económica de los bosques tropicales amazónicos es un tema que está cobrando interés en el sector forestal peruano. El conocimiento del potencial productivo y su significado económico permiten demostrar la importancia de conservar el recurso e identificar políticas que contribuyan a una mayor viabilidad económica, a través del manejo sostenible de los recursos que albergan estos bosques (Malky, 2007).

### 1.1.- Planteamiento del problema

#### Problema 1:

La tasa actual de deforestación en el mundo es en promedio de 725 hectáreas de bosques destruidos por día (FAO, 2011). En el Perú la pérdida de biomasa es alarmante y se puede observar a través de la deforestación y degradación de los bosques que ha seguido inmutablemente su curso. La situación se agrava cuando los Gobiernos llevan a cabo una agresiva apertura de la Amazonia imponiendo su política “*del perro del hortelano*”, con el otorgamiento de concesiones forestales en bosques húmedos, sin la existencia de una política clara de evaluación de la biodiversidad en el país (Estrada, 2007).

#### Problema 2:

El potencial del sector forestal peruano para contribuir al crecimiento económico del país y de la población no es reconocido en su verdadera magnitud. Por muchos años, los productos que ofrecen los bosques han sido fuente de ingresos para millones de personas que viven en áreas rurales y urbanas, y a lo largo de la historia han sido considerados como prácticamente gratuitos.

#### Problema 3:

El reto es estimar valores económicos confiables para los recursos forestales amazónicos, desarrollando investigaciones que permitan obtener el valor económico de los bosques húmedos del Perú, considerando sus bienes y servicios ambientales.

## 1.2.- Justificación

Es imprescindible reconocer en su verdadera magnitud, el potencial del sector forestal Peruano para contribuir al crecimiento económico del país y de la población. A pesar que los productos que ofrecen los bosques han sido fuente de ingresos para millones de personas que viven en áreas rurales y otras que se encargan de la venta y transformación de los mismos, los bosques húmedos peruanos han sufrido y sufren todavía de una marcada sub-valoración, evidenciada en los altos niveles de deforestación para convertir la tierra a otros usos. Los bosques son sub-valorados debido a que los productos que albergan son considerados como productos prácticamente gratuitos (Malky, 2007). Actualmente, en el mundo se empieza a reconocer que los productos que ofrece el bosque son numerosos y valiosos, tales como estabilización climatológica, captura de carbono, protección de las funciones hídricas y, conservación de la biodiversidad y suelo, entre otros (Estrada, 2007).

Es necesario aplicar metodologías para la estimación de valores económicos confiables para los recursos forestales procedentes de los bosques húmedos peruanos, que permitan medir económicamente los valores de uso y de no uso, los valores de opción y el valor que se deriva del derecho que tienen las futuras generaciones sobre dichos recursos. El valor económico de los recursos forestales, su contribución al progreso, su importancia en relación con el capital físico y humano, el grado de su agotamiento y deterioro, y los efectos de ese deterioro en el bienestar humano son desconocidos en la mayoría de los casos (Ruiz, 2012). Es ineludible estimar valores confiables para que los recursos forestales puedan ser incluidos en la toma de decisiones gubernamentales.

Al respecto Carpenter *et al* (2009) afirman que, en algunos casos particulares, algunas investigaciones han cuantificado las compensaciones entre dos o más servicios del ecosistema en el contexto de opciones políticas. Por ejemplo, el secuestro de carbono <sup>3</sup> y la biodiversidad <sup>4</sup> son algunos de los servicios ambientales más empleados para este fin.

---

<sup>3</sup> El secuestro de carbono, en el caso de los bosques, es un servicio ambiental basado en la capacidad de los árboles para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de efecto invernadero.

<sup>4</sup> La biodiversidad o diversidad biológica es, según el Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica (CDB), el término por el que se hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la Tierra y los patrones naturales que la conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano.

### 1.3.- Objetivos

El objetivo general de este estudio es:

- Proponer alternativas económicas que aseguren una gestión sustentable y organizada de los bosques húmedos en la región Ucayali (Perú), por medio de la valuación económica de sus activos ambientales.

Los objetivos específicos son:

- Identificar los principales bienes y servicios ambientales más importantes que brinda el bosque en estudio.
- Reconocer las condiciones para mejorar la viabilidad económica del manejo sustentable del bosque en la región Ucayali (Perú), que promuevan su conservación.
- Calcular el valor económico de los bienes y servicios ambientales más importantes de modo que el conjunto refleje el valor real del bosque en estudio.
- Sentar las bases para elaborar un marco normativo específico para la región Ucayali que garantice el manejo sustentable de sus bosques.

## Capítulo 2. Marco teórico y antecedentes

Para el desarrollo del presente capítulo se tomaron en consideraciones diversos antecedentes relacionados con el desarrollo sustentable, la valoración económica ambiental y los servicios ambientales, como factores resaltantes que influyen en la gestión sustentable de los bosques húmedos en el Perú y el mundo. Adicionalmente, se revisa el concepto de biomasa forestal, analizando los diversos factores subyacentes principales que causan la pérdida de biomasa en los bosques.

### 2.1.- El desarrollo sustentable

Para Galarza (2004), el término "desarrollo' sostenible" ha sido definido desde diversos puntos de vista: como una expresión del cambio de valores, como un proceso de reorganización social, como parte del desarrollo ético, como el futuro deseado o como un mundo mejor (Tabla 1).

Tabla 1. Las versiones teóricas del desarrollo sustentable.

VERSIÓN TEÓRICA	CARACTERÍSTICA DEL DESARROLLO SUSTENTABLE	CONDICIONES DE LA SUSTENTABILIDAD	OPERACIONALIDAD DEL DESARROLLO SUSTENTABLE	VISIÓN SOBRE RR.NN., CRECIMIENTO ECONÓMICO Y DESARROLLO
Versión de los tres pilares del desarrollo sustentable	Sustentabilidad simultánea de los sistemas económicos, social y ambiental	Sistemas interdependientes, interconectados e integrales	Dificultad para implementar políticas y medir relaciones entre sistemas	
Versión ecológica del desarrollo sustentable	Sistemas económico y social como subsistemas del ambiente global, el objetivo es la sustentabilidad ecológica y no el crecimiento económico.	Capacidad de un ecosistema para responder con resiliencia a cambios y perturbaciones externas.	Elaboración de medidas de presión sobre ecosistemas por actividades humanas. Elaboración de medidas de respuesta de ecosistemas a presiones humanas.	Se predice que: 1). El mundo se quedaría sin materias primas estratégicas. 2). El aumento de la contaminación tendría efectos serios, y 3). La población sobrepasaría las posibilidades de abastecimiento del planeta. Se presume la hipótesis de la escasez generalizada, la cual propone que a medida que se produce el crecimiento económico, se reduce la capacidad del medio ambiente para satisfacer las nuevas demandas que surgen del sistema económico.
Versión del capital del desarrollo sustentable	El objetivo es el mantenimiento en el largo plazo del ingreso o crecimiento económico sostenible	Asegurar la no declinación de la riqueza nacional per capita al reemplazar o conservar las fuentes de la riqueza, esto es el stock de capital productivo, humano, social y natural, pero no hay acuerdo respecto a que si son complementarios o sustitutos todas las formas de capital.	En la sustentabilidad débil, se acepta el agotamiento y sistema de ambientes degradados, si es compensado por otro tipo de capital de tal forma que si no hay reducción en el capital total, se asume que es sustentable se obtienen solo indicadores monetarios En la sustentabilidad fuerte se requiere que el stock de capital natural debe mantenerse intacto independientemente de otras formas de capital. En la práctica requiere del principio precautorio en la toma de decisiones sobre capital natural por el limitado entendimiento científico, se obtienen indicadores biofísicos y no solo monetarios.	Se predice que: 1). La innovación tecnológica resuelve el problema de la escasez de los recursos. 2). Son los precios los que suponen un gran aliciente para realizar mayores descubrimientos de recursos y, por tanto, la ampliación sistemática de sus horizontes de disponibilidad. 3). Si los recursos son limitados, obstaculizar el crecimiento solo pospondría el colapso final. 4). Los niveles de contaminación se corregirán y reducirán, si se aplican políticas de precios que internalicen las externalidades, y 5). A pesar que la oferta mundial de alimentos ha crecido de una forma más rápida que la población en las últimas décadas, nos encontramos con que la realidad nos muestra que la aceleración del crecimiento económico induce a una reducción del crecimiento demográfico.

Fuente: Gonzales (2005).

Según Gonzales (2005) y Gudynas (2004), si una actividad es sustentable, virtualmente puede continuar por tiempo indefinido. La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo <sup>5</sup> (1987), definió el desarrollo sustentable como un "desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias".

Para CEPAL <sup>6</sup> (1991), el "Sustentabilismo" es una posición de involución ambiental que tiende a adquirir mucha fuerza en el futuro, debido a que cada día se usa con más frecuencia y ligereza el término "desarrollo sustentable".

Según Bolaños (2003), el desarrollo sostenible involucra, al menos tres dimensiones: la económica, la ecológica y la social, las cuales deben estar estrechamente vinculadas para garantizar la supervivencia del ser humano, como centro del sistema.

Martínez y Roca (1999) definen el concepto de sustentabilidad (o sostenibilidad), haciendo referencia a la economía ecológica que se preocupa por la equidad intergeneracional. Por los efectos que la actividad económica tiene sobre el medio natural, y por las consecuencias que ello tendrá para el futuro. Glave y Pizarro (2004) afirman que, aunque el término desarrollo sostenible es relativamente nuevo, no debería constituir en sí una novedad para los economistas, puesto que el concepto de sostenibilidad está implícito en la definición de ingreso de Hicks. En términos económicos sería el máximo consumo manteniendo el stock de capital constante o una utilidad no decreciente.

Farley (2012) indica que la sustentabilidad tiene dos componentes centrales. La sustentabilidad ecológica, que es definida como la capacidad de los ecosistemas para permanecer diverso, resistente y productivo con el tiempo, y mantener el flujo de servicios de ecosistema esenciales para la gente y otras especies. La sustentabilidad económica, que es la capacidad de un sistema económico para permanecer diverso, resistente y productivo con el tiempo. El cambio climático es una amenaza tanto a la sustentabilidad ecológica como a la económica.

---

<sup>5</sup> La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (WCED) fue constituida por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1984. Es también conocida como "*la Comisión Brundtland*" siendo establecida para sostener reuniones alrededor del mundo y producir un informe formal de sus hallazgos.

<sup>6</sup> La CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) es una de las cinco comisiones regionales de las Naciones Unidas y su sede está en Santiago de Chile. Se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. Posteriormente, su labor se amplió a los países del Caribe y se incorporó el objetivo de promover el desarrollo social.

## 2.2.- Los tres pilares del desarrollo sustentable

Con el fin de llevar a la práctica el concepto de desarrollo sustentable, Gonzales (2005) menciona que tres enfoques teóricos están relacionados con el desarrollo sustentable: enfoque de tres pilares del desarrollo sustentable, enfoque ecológico del desarrollo sustentable y enfoque capital del desarrollo sustentable.

El enfoque de los tres pilares del desarrollo, se refiere a la sustentabilidad simultánea del sistema económico, social y ambiental. Los tres pilares o dimensiones son interdependientes e interconectados e implican decisiones integrales. Según Gonzales (2005) el pilar económico, hace referencia a la eficiente asignación de recursos; el pilar social considera la equidad distributiva inter e intrageneracional, cohesión y progreso social compartido y el pilar ambiental alude al uso responsable de los recursos naturales.

De la misma manera, Gonzales (2005) considera como nuevo pilar, la dimensión político-institucional, lo cual implica que el desarrollo sustentable también dependerá de la voluntad política y la gobernabilidad.

No obstante, la versión de los pilares del desarrollo sustentables sigue teniendo un rango muy amplio y complejo para ser operacional, pues existe dificultad para medir relaciones e interacciones e implementar políticas entre sistema económico-social-ambiental, económico-ambiental, político-ambiental y mucho más complejo es operar con la integralidad de los sistemas.

De igual manera, Glave y Pizarro (2004) argumentan que tanto crecimiento económico como equidad social y conservación ambiental debe ser satisfecho para lograr un desarrollo sostenible. Esto es lo que algunos han denominado el "triángulo crítico" del desarrollo (Figura 1), donde los tres objetivos de política no pueden alcanzarse a plenitud simultáneamente.

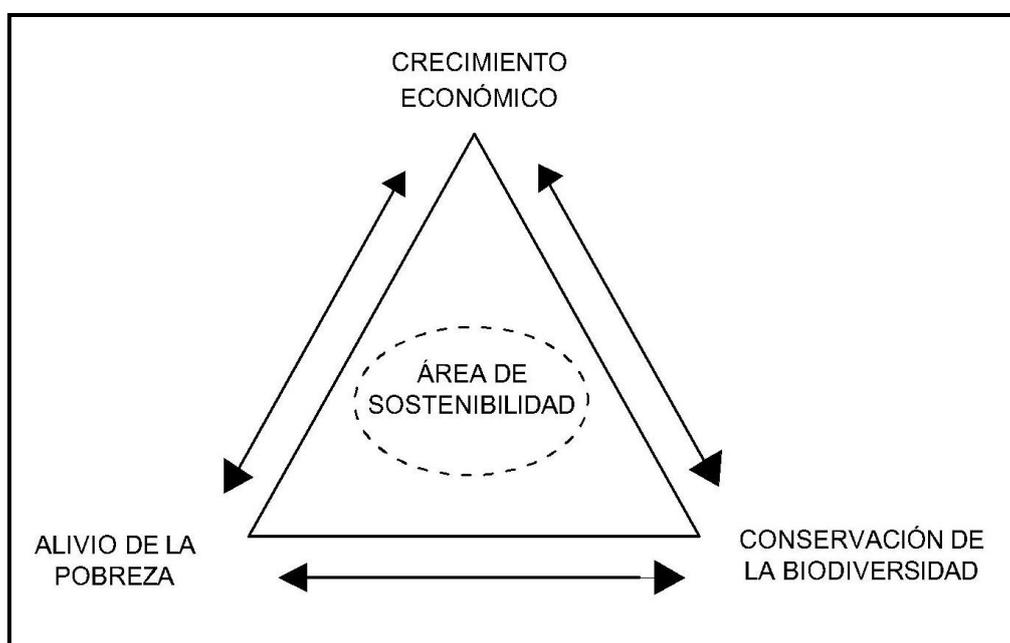
## 2.3.- Sustentabilidad fuerte y débil

Dada la complejidad del concepto "sustentabilidad", existen dos grandes posiciones sobre el tema: "sustentabilidad débil" y "sustentabilidad fuerte" (Martinez y Roca, 1999).

Existe la controversia entre sustentabilidad fuerte y sustentabilidad débil. El modelo de Hartwick (1977) citado por Gonzales (2007), sostiene que la sustentabilidad se garantiza si la renta deriva de la disminución o agotamiento de recursos.

Según Martinez y Roca (1999), la sustentabilidad débil otorga destacados papeles a los cálculos de precio sobre la naturaleza, usándose esa valoración económica como un

componente destacado en la gestión ambiental (Figura 1). Farley (2012) afirma que los defensores de sustentabilidad débil creen que el capital natural (bienes y servicios proporcionados en la naturaleza) y el capital humano son sustitutos. Martínez y Roca (1999) indican que esta sustentabilidad tiene sus raíces en la economía neoclásica <sup>7</sup> y tiene dos características básicas: la complejidad de funciones que tiene el patrimonio natural tiende a diluirse en un agregado que es el capital natural, y se suponen enormes posibilidades de sustituir capital natural por "capital fabricado". Por consiguiente, muchos economistas creen que los recursos naturales juegan un papel insignificante en la salida económica. Desde esta perspectiva, todos los recursos tienen sustitutos.



*Fuente: Glave y Pizarro (2000).*

Figura 1. Triángulo crítico del desarrollo.

Daly (1990) citado por Gonzales (2005) pone los cimientos para la sustentabilidad fuerte, superando la sustentabilidad débil de Hartwick. Sostiene que no basta con invertir lo suficiente como para compensar la disminución de recursos. Requiere que todas las formas de capital se mantengan intactas; es decir, se asume que las diferentes formas de capital son complementarias. Farley (2012) afirma que los servicios de ecosistema son esenciales para la supervivencia de gente y otras especies; sin embargo, no siempre sabemos que elementos de

<sup>7</sup> Suele llamarse neoclásico al conjunto de economistas que desarrollaron el análisis marginal, en la segunda mitad del siglo XIX, complementando, profundizando y haciendo más general la teoría económica creada por los clásicos. El concepto de utilidad marginal significó para la ciencia económica una verdadera revolución que permitió comprender mucho mejor el proceso de intercambio, así como la forma en que realizan sus elecciones económicas los consumidores y productores y el modo en que se determinan los precios en el mercado (Sabino, 1991).

capital natural son críticos, y que elementos pueden ser perdidos sin reducir seriamente el bienestar humano.

Según Gudynas (2004), la sustentabilidad fuerte requiere que el stock de capital natural debe mantenerse intacto independientemente de otras formas de capital. En la práctica requiere del principio precautorio o de prudencia en la toma de decisiones sobre capital natural por el limitado entendimiento científico del ambiente.

Según Martínez y Roca (1999) el término "sustentabilidad fuerte", destaca las funciones diversas, y en muchos aspectos insustituibles, del patrimonio natural. Es a partir de esta posición desde la que generalmente se discuten los indicadores físicos de sustentabilidad.

Para Farley (2012), la sostenibilidad fuerte se sostiene en dos reglas básicas. Primero, no se puede degradar o agotar ningún elemento del ecosistema (pescado, bosques, o agua dulce) más rápido de lo que puedan restaurarse, sin tarde o temprano cruzar algún umbral más allá del cual, aquel componente del ecosistema es irrecuperable (especie de árbol extinta), o irreversible (pérdidas forestales sin capacidad para regenerarse). Segundo, no puede emitir residuos en tasas mayores a la que es absorbida, debido a que se acumularán, causando daño a las personas y el ecosistema.

Lamentablemente, el fracaso de los economistas y funcionarios con poder de decisión en reconocer la importancia de los recursos naturales, nos ha conducido por delante de estos límites (Aguilar, 2005). Es esencial reducir la extracción de algunos recursos por debajo de las velocidades de regeneración y las emisiones superfluas por debajo de las tasas de absorción, hasta que los recursos sean restaurados a niveles compatibles con la sustentabilidad ecológica y económica.

#### 2.4.- Estudios de casos de gestión sustentable en bosques húmedos en el mundo.

La Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la definición de gestión forestal sostenible que ha sido más ampliamente aceptada entre los gobiernos (ONU, 2008; Resolución 62/98). La define como un concepto dinámico en evolución que tiene por objetivo mantener y aumentar el valor económico, social y medioambiental de todos los tipos de bosques, en beneficio de las generaciones presentes y futuras. Consta de siete puntos característicos: (i) extensión de los recursos forestales; (ii) diversidad biológica forestal; (iii) salud y vitalidad de los bosques; (iv) funciones productivas de los recursos forestales; (v) funciones de protección de los recursos forestales; (vi) funciones socioeconómicas de los bosques; y (vii) marco normativo, institucional y de políticas.

Las reservas extractivas en Brasil fueron creadas con la finalidad de aumentar los derechos de las poblaciones sobre las zonas boscosas, y a la vez aplicar medidas de protección de la selva amazónica. La zona de Alto Juruá, la primera reserva extractiva, fue creada en 1990 y ocupa un área de más de 500 mil hectáreas en el extremo occidental de la Amazonia brasileña. Los habitantes en esta zona se han organizado para elaborar planes de gestión, y asignar responsabilidades para la administración de la reserva. Con la creación de la reserva se consolidó el derecho de posesión de la tierra. Como resultado del surgimiento de nuevas oportunidades económicas y la creciente disponibilidad de servicios, tales como salud y educación, la población del litoral creció, mientras que la de zonas forestales remotas se redujo. El análisis de los cambios en la cubierta boscosa, durante los primeros 10 años del Alto Juruá, indica que sólo un 1% del área sufrió deforestación. De la misma manera, existen indicios de recuperación de poblaciones de fauna silvestre que estaban amenazadas con la extinción. La reserva de Alto Juruá ha logrado combinar las metas sociales y de desarrollo, con el objetivo de conservación (Ruiz-Pérez *et al.* 2005).

En Shinyanga (Tanzania) se estableció un proyecto que promueve la restauración forestal a través del reconocimiento y la restauración de bosques y matorrales, destinados a pastoreo tradicional y reservas de forraje. El proyecto fue posible gracias a una Ley Forestal, que habilita un sistema de propiedad de tierras forestales a nivel local, a través de Reservas aldeanas de tierras forestales y Reservas forestales comunitarias. En el marco del proyecto se otorgan derechos de uso y comercialización de productos forestales extraídos de los bosques, brindando apoyo técnico para aumentar la productividad. De la misma manera, se proporciona asistencia para que los productos accedan a nuevos mercados y para el desarrollo de nuevos productos. Se estima que el beneficio mensual derivado es de US\$ 14 *per cápita*, y parte del ingreso obtenido es destinado al fomento de escuelas y otras formas de desarrollo rural. Antes de la creación del proyecto, las tierras forestales en Shinyanga estaban severamente degradadas como resultado de malas políticas gubernamentales (Fisher *et al.*, 2005).

En Jamaica, comités locales de gestión forestal identifican oportunidades para mejorar los medios de vida locales, y especialmente los medios de subsistencia de los pobres, a través de la gestión sostenible de los recursos dentro de las reservas forestales. Los comités locales se han convertido en un canal de comunicación entre el Departamento Forestal y los actores locales, contribuyendo al plan de manejo de la cuenca. De la misma manera, sugieren formas en que el manejo forestal puede ser mejorado e identifican oportunidades para aumentar la contribución de las reservas forestales locales al desarrollo (Pantin y Reid, 2005).

En África oriental, central y occidental se están impulsando proyectos innovadores, que combinan los objetivos de explotación sostenible de productos forestales no maderables, reforestación de bosques mediante la plantación de árboles *Allanblackia* (*Allanblackia stuhlmannii*) (árbol nativo de los bosques tropicales en África) y creación de empleo para agricultores de subsistencia. El árbol *Allanblackia* proporciona semillas con un aceite comestible, que es utilizado en la fabricación de distintos productos alimenticios, tales como salsas, y de limpieza, como detergentes o jabones; y crece en tierras relativamente degradadas, con lo cual la iniciativa contribuye también a recuperar zonas improductivas. Al aumentar la productividad de las tierras cultivables disminuye la deforestación, protegiendo así a la flora y fauna silvestre. Se prevé que en los próximos años el proyecto siga creciendo, incorporando a un total de 150 mil agricultores de Ghana, Tanzania, Nigeria, Camerún y Liberia, generando más de US\$ 100 millones en ganancias (UICN, 2008).

El programa Pagos por Servicios Ambientales (PSA) de Costa Rica ha sido reconocido como ejemplo pionero de un esquema de pagos por servicios ambientales a gran escala. El programa PSA se basa en la Ley Forestal (N° 7575) que dispone la posibilidad de celebrar contratos con propietarios privados de tierras que estén dispuestos a brindar servicios en sus propiedades. Además, la ley crea el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), como órgano encargado de gestionar el programa. Se distinguen cuatro servicios ambientales brindados por los ecosistemas forestales: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero; servicios hidrológicos; conservación de la biodiversidad; y provisión de belleza escénica para fines de recreación y ecoturismo. El financiamiento para el programa PSA proviene de lo recaudado por un impuesto al consumo de combustibles fósiles, de préstamos y aportes de diversos organismos donantes, y de lo abonado por los beneficiarios de los servicios ambientales. Para participar, los propietarios de tierras deben presentar un plan de gestión forestal sostenible elaborado por un ingeniero forestal autorizado, que incluya medidas para la prevención de actividades ilegales de caza o explotación, estableciendo mecanismos de seguimiento y control, entre otros requisitos. Una vez aprobado el plan, los propietarios de tierras reciben pagos a razón US\$ 64 por hectárea por año en el caso de contratos de conservación forestal, y US\$ 816 por hectárea por década en el caso de contratos de plantaciones. El programa PSA ha sido identificado como uno de los factores que contribuyó a que Costa Rica lograra reducir radicalmente su tasa de deforestación. De la misma manera, en Costa Rica existen opiniones encontradas respecto a la efectividad del programa, en lo relacionado a los beneficios reales que brinda a los pobres; aún cuando el FONAFIFO ha intentado fortalecer los componentes de mitigación de la pobreza, varios estudios demuestran

que los beneficiarios principales son los agricultores de mejor situación económica. En todo caso, existe consenso en impulsar más investigaciones que permitan un mejor funcionamiento del programa (Pagiola, 2008).

En Sarawak (Malasia) se tienen aproximadamente 1.5 millones de hectáreas de bosques degradados, que están asignados a plantaciones de árboles (Caucho: *Hevea brasiliensis* y *Acacia mangium*). Se prevé que este proyecto llegará a producir hasta 5 millones de toneladas de madera industrial por año, cumpliendo a la vez un papel vital en la conservación de la biodiversidad. A fin de abordar todos los aspectos socioeconómicos y ambientales relacionados con la ejecución del proyecto, un consorcio de compañías madereras locales, proyectó tres tipos de usos distintos para las tierras que conforman la superficie del proyecto: tierras estatales asignadas al cultivo de *Acacia mangium* (230 mil hectáreas); tierras sujetas a derechos tradicionales indígenas y tierras previamente sometidas a cultivos migratorios (110 mil hectáreas); y zonas de conservación (150 mil hectáreas) que poseen un alto valor de conservación. El proyecto incluye también dos extensas reservas que contienen numerosas especies endémicas, raras o en peligro de extinción. Los objetivos del programa de conservación son mantener altos niveles de biodiversidad dentro de la zona de bosque cultivado, minimizar la pérdida de biodiversidad provocada por el proceso de desarrollo y articular la conservación de la biodiversidad con las necesidades económicas y sociales de las comunidades locales. Las tierras tradicionales indígenas y otros terrenos, antes sometidos a cultivos migratorios, albergan bosques de diversa antigüedad que contienen abundantes árboles no maderables y ofrecen oportunidades adicionales de alimento y hábitat para la fauna silvestre (OIMT y UICN, 2009).

En Sumatra, las plantaciones tradicionales de árboles de caucho (*Hevea brasiliensis*) son sistemas agrosilvícolas que tienen una gran importancia para la biodiversidad. Operan como corredores entre parques nacionales y áreas protegidas y brindan un importante hábitat alternativo para la población de orangutanes. Pero estos sistemas están siendo destruidos por la intensificación de la agricultura y otros usos de la tierra. Además, estudios económicos demuestran que estos sistemas agrosilvícolas tienen una rentabilidad mínima comparado con otros usos de la tierra. Por lo tanto, las posibilidades de conservación de biodiversidad y otros servicios ambientales dependen de intervenciones innovadoras adecuadas, como, los mecanismos de pagos. Para este fin, el Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) se asoció con con ONG's para ejecutar un proyecto de investigación y acción sobre mecanismos de compensación para la conservación de plantaciones agrosilvícolas tradicionales de árboles de caucho. Se celebraron acuerdos con cuatro aldeas para la conservación de un total de 2 mil hectáreas de

plantaciones de árboles de caucho. Se brindaron compensaciones inmediatas en la forma de apoyo para el establecimiento de mini generadores hidroeléctricos, viveros locales de árboles y bosques comunales modelo. En los acuerdos de conservación también se fijó una etapa para que los productores de caucho pudieran postularse para la obtención de certificación ecológica como forma de beneficiar a estos productores por los servicios de biodiversidad que brindan. La certificación ecológica es una garantía para los consumidores que los productores observaron un conjunto de normas que aseguran la protección de los ecosistemas (Joshi, 2009).

Los bosques de la cuenca de la Reserva Miyun (China), a pesar de la existencia de esfuerzos de reforestación y de una prohibición de talar árboles, están en situación de deterioro. Esta cuenca surte de agua potable a la gran mayoría de los 17 millones de habitantes de Beijing. Muchos de los habitantes de la cuenca son pobres y viven en condiciones económicas desfavorables. Con el respaldo de la Administración Forestal Estatal de China, la UICN trabaja con la Sociedad Forestal de Beijing para demostrar que los bosques pueden jugar un papel crucial en la mejora de las condiciones de vida de los pobres rurales. El proyecto busca mejorar el acceso de la población local a los productos forestales, sumar ventajas para los medios de vida de la comunidad e incrementar el ingreso de los hogares en un 25%. Al demostrar que es posible gestionar los bosques brindando múltiples a la población local, a la vez que se recupera la productividad forestal, el proyecto constituye un caso demostrativo para el cambio de políticas a gran escala, tanto en China como en otras partes del mundo (SCBD, 2009).

Finalmente, las 400 mil hectáreas del Complejo Forestal Mau (Kenya) están ubicadas sobre acuíferos que surten de agua a millones de habitantes del Valle de Rift y la región occidental de Kenya. Evaluaciones realizadas por el PNUMA (s/f) revelan el inmenso valor del Mau debido a que muchos ríos fluyen desde allí hacia distintos puntos del país. Lamentablemente, casi un cuarto de los bosques del Mau han sido diezmados por el avance de los asentamientos humanos, la tala ilegal, la agricultura y otras actividades humanas. De esta manera, el gobierno de Kenya creó un Grupo de acción para la conservación de estos ecosistemas forestales de los cuales depende la subsistencia de millones de kenianos.

## 2.5.- Estudios de casos de gestión sustentable en bosques húmedos del Perú

En el Perú, la gestión forestal ha estado limitada al establecimiento de algunos proyectos, cuyos objetivos e impactos positivos no han perdurado en forma duradera. A continuación, se presentan algunos Proyectos de Manejo Forestal Demostrativo, impulsados por el Estado peruano con el apoyo financiero de la Cooperación Técnica Internacional:

- Proyecto “Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander von Humboldt”, ejecutado por el INRENA, con financiamiento de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales-OIMT.
- Proyecto “Desarrollo Forestal Participativo en la Región del Alto Mayo, para el Manejo Sustentable de los Bosques Húmedos Tropicales”, ejecutado por el INRENA, con financiamiento de la OIMT.
- Proyecto “Reforestación, Manejo y Aprovechamiento Sostenible de los Bosques Naturales de Neblina en Jaén-San Ignacio”, financiado por OIMT.
- Proyecto Especial Pichis-Palcazú – Modelo de Manejo Forestal en la Comunidad Shiringamazú, ejecutado por el Instituto Nacional de Desarrollo-INADE, con financiamiento de USAID.
- Proyecto “Unidad Modelo de Manejo y Producción Forestal - Dantas”, realizado por la Universidad Nacional Agraria-La Molina, con financiamiento de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE).
- Proyecto “Desarrollo de la Cuenca del Río Putumayo - Comunidad Nativa Santa Mercedes”, ejecutado por el Instituto Nacional de Desarrollo - INADE.
- Proyecto “Manejo Demostrativo de Bosques Secundarios en la Amazonia Peruana con fines comerciales-MADEBOSQUES”, ejecutado por la Cámara Nacional Forestal, con financiamiento del Gobierno del Reino de los Países Bajos (Holanda).
- Proyecto “Manejo Integral de los Bosques Secos en la Costa Norte del Perú en el Post-Niño-ALGARROBO”, ejecutado por el INRENA, con financiamiento del Gobierno del Reino de los Países Bajos (Holanda).

Dentro los pocos casos exitosos de gestión forestal en el Perú, está el caso de la Reserva Comunal Tamshiyacu-Tahuayo (Loreto, Perú), que es una zona con alta diversidad de mamíferos. Jurídicamente, la administración de la reserva corresponde a las comunidades locales. Las presiones producidas por la caza, se deben únicamente a actividades de caza para consumo de subsistencia, algo de producción de “cecina”<sup>8</sup> destinada al mercado de Iquitos y pieles de pecarí destinadas a mercados internacionales. La gestión de fauna silvestre combina estrategias de base comunitaria con estrategias de cooperación, integrando a comunidades locales, organismos gubernamentales, investigadores y ONG's. Las decisiones sobre utilización

---

<sup>8</sup> La cecina es un tipo de carne deshidratada, similar al jamón, pero realizada mediante el curado de carne ahumada.

y gestión de los recursos se adoptan por votación en reuniones comunitarias, y se sustentan en información aportada por trabajos de investigación realizados en la zona. La información disponible muestra que las actividades de explotación de las especies son sostenibles, excepto en el caso de los tapires. Actualmente se buscan maneras de reducir la caza de tapires hasta llevarla también a niveles sostenibles (Nasi *et al.*, 2008).

## 2.6.- Valoración económica ambiental

### 2.6.1.- Fundamentos

Según Adepoju y Salau (2007), el valor no es la propiedad inherente de una entidad. Es sólo una medida de una relación entre un sujeto y el objeto de la valoración dentro de un contexto (tiempo y lugar o escenario hipotético).

La valoración económica es un proceso de dos partes en la que es necesaria en primer lugar, demostrar y medir el valor económico de los activos ambientales, y segundo, encontrar formas de capturar el valor de los mismos. La primera parte se llama el proceso de demostración, mientras que la segunda parte se llama el proceso de apropiación (Fernández, 2005).

Atkinson *et al* (2012) afirma que el punto de inicio de una valoración de servicios del ecosistema es aceptar que tales valoraciones cuentan con la teoría económica convencional pero apuntaladas con las ciencias naturales. Si esta valoración puede ser basada en los precios del mercado o no, depende de las características del ecosistema o servicio.

Según Hein (2007), la valoración económica de los servicios ambientales puede apoyar en la formulación e implementación de políticas de uso de la tierra. En primer lugar, puede revelar los costos y beneficios económicos de la conversión del uso del suelo, o de diferentes tipos de manejo de la tierra. Por ejemplo, los costos y beneficios económicos de explotación a corto plazo de los recursos forestales pueden ser comparados con los de la gestión sostenible. En segundo lugar, puede mostrar los intereses de diferentes grupos interesados en la gestión de tierras y ecosistemas, consolidando así las bases para la resolución de conflictos. En tercer lugar, el enfoque permite cálculo de las opciones económicas eficientes de gestión de la tierra, por ejemplo, el cálculo del grado óptimo de control de la contaminación en un ecosistema de un lago que se utiliza como salida de residuos para las industrias locales y para suministro de agua, pesca y la recreación. En cuarto lugar, puede servir de base para la creación de Pago por Servicios Ambientales.

Según Fisher y Turner (2008), la Valoración de Ecosistema de Milenio (MA) está basada en hacer el eslabón entre el bienestar humano y los servicios explícitos que proporcionaron los ecosistemas, y su sistema de la clasificación. Al respecto, Boyd y Banzhaf (2007) afirman que la clasificación de servicios ambientales propuesta por MA no es práctica para guiar hacia una adecuada contabilidad de estos servicios.

Al respecto, Pearce (1993) indica que se utilizan diferentes sistemas de clasificación de los componentes económicos del bosque, siendo más útil dividirlos en valores de uso y valores de no uso (Tabla 2). De la misma manera, los valores de uso se pueden dividir en directos e indirectos. Valores de uso directo serían, por ejemplo, la extracción de madera y los usos recreativos de los bosques. Un valor de uso indirecto podría ser una función ecológica, tales como la protección de cuencas hidrográficas.

En relación a los valores de no uso, estos se refieren a valores económicos no relacionados con los valores de uso directo o indirecto. Según Pearce (1993), las personas pueden apoyar la forestación sobre la base de que ellos piensan que los bosques son valiosos, a pesar de que personalmente nunca harán uso directo de ellos.

Tabla 2. Valoración Económica de los Beneficios del Bosque.

Valor Económico Total				
Valor de Uso			Valor de No Uso	
Directo	Indirecto	De Opción	De Existencia	De Legado
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Madera</li> <li>- Recreación</li> <li>- Biodiversidad</li> <li>- Seguridad Económica</li> <li>- Paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversidad</li> <li>- Divisoria de Aguas</li> <li>- Función de Ecosistema</li> <li>- Microclima</li> <li>- Efecto Invernadero</li> <li>- Integridad de la Comunidad</li> <li>- Contaminación Atmosférica</li> <li>- Contaminación del Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversidad</li> <li>- Recreación</li> <li>- Integridad de la Comunidad</li> <li>- Paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversidad</li> <li>- Paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Biodiversidad</li> </ul>

Fuente: Layard y Glaister (1994)

Para Boyd y Banzhaf (2007) y Carpenter *et al* (2009), con frecuencia la pobreza es cuantificada usando el ingreso mínimo requerido para comprar las necesidades básicas alimenticias de una persona. Aun cuando algunos servicios de un ecosistema están fuera de la economía de mercado, afectan al bienestar humano de modos multidimensionales (Atkinson *et al*, 2012) y son parte de la riqueza de las personas. La investigación es necesaria, para clarificar como los cambios en los servicios de un ecosistema afectan a los miembros más vulnerables de una sociedad.

## 2.6.2.- Valoración de ecosistemas

Según Carpenter *et al* (2009), los ecosistemas deben valorarse a través de los servicios que estos proporcionan a la sociedad, en cómo estos servicios benefician a la humanidad, y cómo las acciones humanas alteran los ecosistemas y los servicios que estos proveen. Para Atkinson *et al* (2012), la valoración de servicios del ecosistema se ha vuelto un elemento crucial cuantificando la contribución de ecosistemas y biodiversidad en el bienestar humano.

Atkinson *et al* (2012) afirman que, mientras la base de la evidencia es amplia para algunos servicios, se han identificado una gran variedad de problemas en la valoración de ecosistemas. Algunos de estos problemas están relacionados con: un mejor entendimiento de la producción ecológica y como se relaciona con a la variabilidad espacial; de la misma manera, los vacíos en el registro empírico y la habilidad de cubrir estos vacíos transfiriendo valores juiciosamente.

Para IUCN <sup>9</sup> (2004) se distinguen cuatro distintos enfoques para la valoración de un ecosistema, enfoques que están estrechamente relacionados, pero son distintos:

(1) Determinar el valor del total de beneficios de un ecosistema, es decir, cuánto cuesta un determinado ecosistema que contribuye a una determinada actividad económica.

(2) Determinar los beneficios netos de las intervenciones que alteran las condiciones de los ecosistemas, es decir, si los beneficios de la conservación de una determinada inversión, regulan o incentivan justificar sus costos. Se diferencia del enfoque anterior, en que se pide los cambios en los flujos de costos y beneficios, más que la suma total del valor de los flujos.

(3) Examinar cómo se distribuyen los costos y beneficios de un ecosistema. Diferentes grupos de interés perciben muy diferente costos y beneficios de los ecosistemas. Desde una perspectiva, los grupos que se interponen a 'perder' por la conservación pueden tratar de socavarla. Entendiendo qué grupos están motivados para conservar o destruir un ecosistema, y por qué, pueden ayudar a diseñar una conservación más eficaz.

(4) Identificar las posibles fuentes de financiamiento para la conservación. La experiencia ha demostrado que es arriesgado depender únicamente de las asignaciones presupuestarias del gobierno o los donantes externos para la financiación necesaria. La valoración puede ayudar a identificar los principales beneficiarios de la conservación y la

---

<sup>9</sup> La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) es una organización internacional dedicada a la conservación de los recursos naturales. Fue fundada en octubre de 1948, en el marco de una conferencia internacional celebrada en Fontainebleau (Francia). Tiene su sede en Gland (Suiza). La UICN es la organización medioambiental más antigua y más grande del mundo, con más de 1200 miembros gubernamentales y no gubernamentales, además de unos 11 mil expertos voluntarios en cerca de 160 países.

magnitud de los beneficios que reciben, y por lo tanto ayudar a diseñar mecanismos para capturar algunos de estos beneficios y contribuir a la financiación de conservación.

La valoración económica puede proporcionar información útil cuando se hace correctamente. La valoración de los ecosistemas bienes y servicios puede parecer engañosamente simple, cuando la cuestión es multiplicar el precio por cantidad. En la práctica, sin embargo, la valoración es mucho más compleja y normalmente requiere una formación especializada y la experiencia para garantizar resultados confiables. Incluso los economistas más expertos producirán información de poca utilidad si las preguntas están mal formuladas (Pagiola *et al*, 2004).

La definición de valor económico total (VET) se introdujo hace más de dos decenios por Pearce (1993), siendo el sistema más empleado para identificar y clasificar los diferentes beneficios proporcionados por los bosques. El VET está conformado por los valores que se indican a continuación:

$$VET = VU + VNU$$

Donde: VU son los valores de uso y VNU son los valores de no uso.

Sustituyendo, se puede expresar la ecuación anterior como:

$$VET = VUD + VUI + VO + VL + VE$$

Donde: VUD son los valores de uso directo; VUI son los valores de uso indirecto; VO es el valor de opción; VL es el valor de legado y VE es el valor de existencia.

Según Pagiola *et al* (2004), la mayoría de los valores de uso directo e indirecto de los cosistemas pueden medirse con bastante precisión y fiabilidad, la principal limitación es la disponibilidad de datos físicos relevantes en lugar de los datos económicos. La valoración económica tiene fortalezas y limitaciones como herramienta para la toma de decisiones.

Según DEFRA (2007), el tipo de técnica de valoración elegida dependerá del tipo de servicio ambiental a ser valorado, así como la cantidad y calidad de datos disponibles. Algunos métodos de valoración pueden ser más adecuados para la captura de los valores de los servicios ecosistémicos particulares que otros. Todo esto sugiere que, mientras la valoración es un

importante y herramienta valiosa para la buena formulación de políticas, solo debe ser vista como una opción en la toma de decisiones.

Para Atkinson *et al* (2012) la gran variedad de métodos para la valoración ambiental refleja la diversidad de servicios ambientales que se busca valorar. Carpenter *et al* (2009) afirman que aun cuando existen un gran número de metodologías para estimar el valor de servicios de ecosistema no comercializados, es necesario desarrollar nuevos métodos para estimar el verdadero valor de un ecosistema que proporciona diferentes servicios.

## 2.7.- Los servicios ambientales

Los servicios de los ecosistemas se definen como los servicios prestados por el entorno natural, del cual se benefician las personas. Algunos de estos servicios de los ecosistemas son bien conocidos, en especial la alimentación, la provisión de combustible y los servicios culturales (recreación y la apreciación de naturaleza). Otros servicios proporcionados por los ecosistemas no son tan bien conocidos. Estos incluyen la regulación del clima, la purificación del aire y del agua, protección contra inundaciones, formación de suelos y el ciclo de nutrientes (DEFRA, 2007). Para Fisher *et al* (2009) estos servicios son función de las interacciones complejas entre las especies y su entorno abiótico, y las variadas percepciones de los beneficiarios del ecosistema.

La importancia del concepto de servicio de los ecosistemas está confirmada por la publicación de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio <sup>10</sup> (MA). Atkinson (2012) afirma que la MA identificó amenazas persistentes y crecientes a los ecosistemas alrededor de todo mundo. Según Fisher y Turner (2008), uno de los resultados importantes del MA fue el hallazgo global que 15 de los 24 servicios del ecosistema investigados están en un estado de deterioro, siendo probable que este hecho tenga un impacto grande y negativo en el futuro bienestar humano.

Al respecto, durante las últimas décadas los esfuerzos humanos se han orientado en la mejora de la esperanza de vida y reducción de la pobreza, todo esto ha provocado una degradación global de los servicios del ecosistema con una futura trayectoria desfavorable, a

---

<sup>10</sup> La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM) fue convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas Kofi Annan en el año 2000. Iniciada en 2001, la EM tuvo como objetivo evaluar las consecuencias de los cambios en los ecosistemas para el bienestar humano y las bases científicas para las acciones necesarias para mejorar la conservación y el uso sostenible de los mismos, así como su contribución al bienestar humano. La EM ha involucrado el trabajo de más de 1,360 expertos de todo el mundo. Sus conclusiones, contenidas en cinco volúmenes técnicos y seis informes de síntesis, proporcionan una valoración científica de punta sobre la condición y las tendencias en los ecosistemas del mundo y los servicios que proveen (tales como agua, alimentos, productos forestales, control de inundaciones y servicios de los ecosistemas) y las opciones para restaurar, conservar o mejorar el uso sostenible de los ecosistemas.

menos que la sociedad tome acciones para combatir estas tendencias adversas (Carpenter *et al*, 2009).

Según Dung (2006), en relación a los servicios ambientales, la mayor atención se ha centrado en los bosques; esto se debe a que los bosques proporcionan servicios ambientales de gran valor para los seres humanos, y a que las altas tasas de deforestación en las últimas décadas han aumentado la necesidad de probar herramientas innovadoras para la conservación de los ecosistemas forestales. Las categorías generales de servicios ambientales de los bosques que son comercializados a gran escala son: protección de cuencas, secuestro de carbono, conservación de la biodiversidad y la belleza paisajística.

Al respecto, Boyd y Banzhaf (2007) afirman que los servicios no son los beneficios; indicando que la recreación de la belleza paisajística no es un servicio proporcionado por los ecosistemas, sino un beneficio que los ecosistemas proporcionan. Para estos autores un beneficio es algo que tiene un impacto explícito en el bienestar humano (más alimentos, menos inundaciones, entre otros).

Boyd y Banzhaf (2007) señalan que los servicios del ecosistema tienen que ser utilizados directamente. En contraparte, Fisher y Turner (2008) sostienen que son servicios si proporcionan bienestar humano. El secuestro de carbono es un servicio del ecosistema porque existen beneficios humanos netos para este proceso en un mundo de clima cambiante. De la misma manera, la polinización es un servicio del ecosistema porque es un fenómeno ecológico que utilizamos (indirectamente) para disfrutar de ciertos beneficios en la producción de alimentos (Atkinson *et al*, 2012). Para Boyd y Banzhaf (2007) los alimentos son el servicio del ecosistema.

Los servicios que prestan los bosques (protección de cuencas, mantenimiento de la biodiversidad, secuestro de carbono y la belleza del paisaje) son productos conjuntos y articulados. Es muy raro que estos servicios puedan estar separados en la práctica (Dung, 2006). Por ejemplo, la repoblación forestal para mejorar la protección de cuencas resulta en una mayor diversidad biológica y mayor almacenamiento de carbono.

Según Boyd y Banzhaf (2007) y Fisher y Turner (2008), los servicios medioambientales son importantes para la política pública porque contribuyen significativamente al bienestar humano y, contradictoriamente, no son considerados en las cuentas nacionales. Boyd y Banzhaf (2007) agregan que estos servicios son aspectos empleados (activamente o pasivamente) del ecosistema para producir el bienestar humano.

Para Fisher y Turner (2008) los servicios son una función de la perspectiva del beneficiario. Por ejemplo, si estamos interesados en los beneficios de la madera, entonces la productividad primaria es un servicio final, pero puede definirse como un servicio del intermedio

si estamos interesados como beneficio en el agua para beber. Los mismos autores afirman que las relaciones lineales simples no existen en los ecosistemas, y por consiguiente el mismo servicio puede generar beneficios múltiples; de esta manera, la regulación del agua proporciona prevención de deslizamientos y potencial de recreación. Aún cuando los beneficios son diferentes, puede ser aceptable sumar el valor de cada uno de estos beneficios.

Al respecto, Carpenter *et al* (2009) afirman que las nuevas investigaciones en servicios ambientales deben entender y manejar adecuadamente, la relación dinámica entre los humanos y los ecosistemas de los cuales ellos dependen; es decir, los temas de las investigaciones deben trascender a los problemas de las disciplinas académicas tradicionales y enfocarse en las complejas interacciones entre las personas y la naturaleza. Los mismos autores afirman que la cuantificación de las compensaciones entre los servicios de ecosistema y sus interacciones con el bienestar humano está entre las áreas más apremiantes para la investigación.

#### 2.7.1.- La eficacia y eficiencia del pago por servicios ambientales (PSA)

En el mundo existen iniciativas individuales y colectivas, o públicas y privadas, de mantenimiento o recuperación de servicios del ecosistema, tales como los que se relacionan con el agua, la biodiversidad, el carbono y la polinización en zonas degradadas (Stanton *et al.*, 2010). Los pagos que se realizan a los propietarios de tierras por la prestación de estos servicios, por ejemplo por fomentar la restauración forestal en sus terrenos degradados, reciben colectivamente el nombre de pagos por servicios ambientales (PSA).

Los planes de PSA son planes que pueden crear sinergias (Strassburg *et al.*, 2010); y los que tienen como objetivo un determinado servicio del ecosistema suelen ser útiles para ayudar a la obtención de pagos por otros de esos servicios. Es posible aumentar la magnitud y diversidad del ingreso producido por la restauración forestal cuando varios planes de PSA se conjuntan.

Farley (2012) afirma que la eficacia implica el maximizar alguna salida deseada (la calidad de vida, el valor monetario) de las entradas disponibles requeridas para producirla (el trabajo, la energía, etc.), o la reducción al mínimo de los gastos requeridos para alcanzar un objetivo deseado. Se reconocen dos tipos de eficacia: la eficacia de Pareto y la eficacia ecológica económica (EEE).

Los economistas convencionales se enfocan en la eficacia de Pareto. Los libres mercados maximizan el nivel económico por los mecanismos de precios, que asigna materias primas hacia aquellas industrias dispuestas a pagar el más alto precio por ellas. De esta

manera, se maximiza el valor monetario en la producción, asignando bienes y servicios hacia aquellos consumidores dispuestos a pagar más por el producto. Para que el mecanismo de precios funcione, todos los factores de producción y todos los productos económicos deben ser materias primas de mercado. Sin embargo, muchos servicios del ecosistema no son comerciales. En contraposición, para la eficacia ecológica económica (EEE), la sustentabilidad ecológica no puede ser alcanzada por mecanismos de mercado.

Para Farley (2012), el debate de eficacia en el pago por servicios ambientales está relacionado con los objetivos de la actividad económica y los mecanismos para alcanzar dichos objetivos. Los economistas convencionales persiguen la eficacia Pareto y la maximización del valor monetario, alcanzado por los servicios de ecosistema en el mercado. En cambio, los economistas ecológicos persiguen el objetivo de alcanzar la más alta calidad de vida posible compatible con la conservación de los ecosistemas.

En sentido amplio, los pagos por servicios ambientales pueden ser entendidos como los incentivos económicos que se ofrecen a cambio de servicios ambientales. Estos servicios pueden ser proporcionados por actividades ambientalmente beneficiosas tales como la reforestación, protección de cuencas hidrográficas y conservación de suelos (Dung, 2006).

Los pagos por servicios ambientales son un reto en los países en desarrollo. Según Dung (2006), las razones se encuentran en la naturaleza de las economías de los países en desarrollo y los sistemas jurídicos y sociales. Por ejemplo, estos pagos son más fáciles de realizar cuando la tierra es de propiedad privada, que cuando es de propiedad comunal. En situaciones comunales debe haber una estructura organizativa legalmente reconocida que permita acuerdos contractuales para la negociación y ejecución. Por esta razón, los planes de conservación que involucran tierras comunales han sido difíciles de aplicar.

Las poblaciones rurales de los países en desarrollo, que se dedican a la agricultura de subsistencia o de la extracción de recursos naturales, pueden llegar a ser despojadas de sus derechos sobre las tierras, si no están tituladas cuando la tierra se dedica a la conservación. Aún cuando la gente local se convierta en beneficiaria directa de los pagos relacionados con la conservación, es probable que existan pérdidas de empleos como resultado de la iniciativa de conservación. Esto puede dar lugar a trastornos sociales, siendo probable que muchas personas continúen con actividades destructivas del bosque (Dung, 2006).

Según Corbera *et al* (2009), parece evidente que algunos servicios ambientales son más eficientemente dirigidos y controlados a nivel local o regional que a escala nacional o mundial. Al respecto, King (2007) afirma que como los recursos naturales cada vez más escasos, los

gobiernos, la sociedad y el sector privado deben encontrar soluciones interrelacionadas con el fin de realizar una gestión sostenible.

Para Van Hecken y Bastiaensen (2010), el principal argumento para crear un mecanismo de Pago por Servicios Ambientales (PES) es que los ecosistemas, tal como bosques naturales o secundarios y áreas destinadas para la agricultura o la ganadería, proporcionan a la humanidad no sólo por materias primas comercializables, sino también servicios adicionales, como el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad, la protección de línea divisoria de aguas y la belleza escénica.

Atkinson *et al* (2012) afirman que la valoración económica se vuelve un elemento esencial en el acercamiento del servicio del ecosistema al análisis de toma de decisiones. Como muchos servicios de los ecosistemas no se comercializan en los mercados, y por lo tanto no tienen precio, es necesario evaluar el valor económico relativo de estos bienes o servicios no comerciales utilizando técnicas de valoración (DEFRA, 2007).

#### 2.7.2.- Las experiencias de servicios ambientales

Los pagos por servicios ambientales no son populares en los países en desarrollo. Sin embargo, hay algunos ejemplos de proyectos que están en marcha. En Guatemala, el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) hace pagos directos a los administradores forestales que manejan los bosques para fines de conservación (Dung, 2006). En Costa Rica se han creado mecanismos institucionales a través de los cuales los beneficiarios locales, nacionales e internacionales de los servicios de los ecosistemas compensan a aquellos que protegen estos ecosistemas. Programas similares se están llevando a cabo en El Salvador, Colombia, Honduras y Panamá.

Costa Rica ha sido pionero en el desarrollo de sistemas de pagos por servicios ambientales. Los usuarios de la tierra pueden recibir pagos por usos del suelo, incluyendo las nuevas plantaciones, la tala sostenible y la conservación de los bosques naturales. Los pagos se realizan por más de cinco años, pero los usuarios de las tierras están obligados a mantener el uso del suelo por otros 10 a 15 años. Este programa ha sido aparentemente muy popular y solicitudes de participación tienen financiamiento disponible (Dung, 2006).

Según Dung (2006), hay otras experiencias de pagos por servicios ambientales en países en desarrollo. En Quito (Ecuador), se ha creado un Fondo de Cuenca que financia la protección de una reserva forestal crucial para la protección de cuencas.

## 2.8.- Biomasa

La biomasa es un término genérico y por lo tanto con multitud de definiciones, según el objeto de su entendimiento (Agudo, 2010).

Para Bellolio y Karelavic (2011), la biomasa es una materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado; y según FOCER (2002) proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros); pero en ningún caso fósil (Garcidueñas, 1987).

Muñoz *et al* (2005) afirman que la biomasa es un recurso heterogéneo, no solo en lo referente a los términos que incluye sino también a sus aplicaciones eléctricas, térmicas y mecánicas, según sea la energía principal obtenida. Para estos autores, la biomasa encierra dos ámbitos claramente diferenciados. Por un lado, el energético y por otro el agrario, forestal y gestión de residuos.

La biomasa puede definirse, desde el punto de vista de la producción energética, como un combustible procedente de productos y residuos naturales, tanto agrícolas como forestales; y según el último informe de Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) <sup>11</sup> (mayo de 2011), será una de las principales fuentes de energía en el mundo en 2050 (Bellolio y Karelavic, 2011).

La biomasa desempeña un papel fundamental en el metabolismo de las sociedades como proveedora de alimento para sostener a la población, y por lo tanto es el flujo de materiales más importante de todos los flujos socioeconómicos (Weisz *et al*, 2006).

Ciertas formas de extracción de biomasa tienen consecuencias importantes en el medio ambiente. En particular, la agricultura moderna, que además de ser la actividad humana que más compete con otras especies por la ocupación de espacio (Haberl *et al*, 2004), degrada los recursos naturales de los que depende, como el suelo, el agua y la diversidad genética. Según Marechal y Hecq (2006) y Maxim *et al* (2009), las prácticas más generalizadas de la agricultura moderna (los monocultivos, la irrigación, el uso de fertilizantes inorgánicos, el control de plagas con pesticidas químicos y la manipulación genética de plantas) han minado la biodiversidad de

---

<sup>11</sup> El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, según sus siglas en inglés), o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, fue fundado en 1988 por la Organización Mundial de Meteorología y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, para "evaluar la información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión del riesgo del cambio climático inducido por el hombre". Desde el inicio de su labor, el IPCC ha preparado cinco informes de evaluación en varios volúmenes, que se pueden consultar en:  
[http://www.ipcc.ch/home\\_languages\\_main\\_spanish.shtml#tabs-3](http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml#tabs-3)

esos ecosistemas, disminuyendo su capacidad para llevar a cabo servicios ambientales vitales más allá de la sola producción de alimentos.

### 2.8.1.- Biomasa forestal

No existe uniformidad de criterios en la definición de biomasa forestal.

Según Agudo (2010) y Bellolio y Karelovic (2011), se considera biomasa forestal a la materia orgánica procedente de los tratamientos silvícolas (selección de brotes y cortas sanitarias), la que se aprovecha de los restos de madera (ramas y cortezas, y tocones y raíces), y de los productos y subproductos de su transformación industrial. En cambio para Muñoz *et al* (2005), la biomasa forestal no debe considerar la masa del tocón y raíces.

De la misma manera, Schlegel *et al* (2000) afirman que la biomasa forestal es el peso (o estimación equivalente) de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Los mismos autores afirman que normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco.

Muñoz *et al* (2005) indican que la biomasa forestal es la que mejor expresa la productividad de un sistema biológico; y cuando está referido a un árbol, se define como la masa del ejemplar por sobre el nivel del suelo o corta.

Existen diferentes clasificaciones de biomasa forestal, entre las cuales tenemos:

Según su origen (Agudo, 2010 y Bellolio y Karelovic, 2011): procedente de restos de corta de especies comerciales, procedente de cortas de masas no comerciales y procedente de residuos de las industrias forestales (aserraderos, sector del mueble, etc.).

Según el tamaño de la partícula de biomasa forestal (Bellolio y Karelovic, 2011): a granel (entera), pre-triturada, triturada o astillada.

### 2.8.2.- Estimación de biomasa

Según Bertrán y Morales (2008), para la estimación de la biomasa por encima del suelo del bosque se aplica la metodología sugerida por Brown (1997). De esta manera, la biomasa debajo del suelo y la biomasa de la madera muerta surgen del producto de un coeficiente y la biomasa por encima del suelo. Cabe señalar que no existen coeficientes específicos para los distintos tipos de bosques peruanos que relacionen biomasa por encima del suelo con otros compartimentos, y por lo tanto los utilizados en este trabajo serán estimaciones promedio para los tipos de bosque de todo el mundo.

Según Schlegel *et al* (2000), la determinación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes. Esta información es de especial importancia en la actualidad, debido a la necesidad de conocer los montos de carbono capturados por los bosques naturales y plantaciones, como un medio para mitigar los cambios climáticos generados por el consumo de combustibles fósiles, entre otros, que liberan una gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

Para reducir la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera se han implementado procesos de origen biótico y abiótico, como el aprovechamiento de la capacidad de fijación de carbono (proceso biótico) de los ecosistemas forestales, que aún es desconocida y no se cuenta con procedimientos definidos para su estimación. Esta capacidad varía en función de la composición florística, la edad y la densidad de la población en cada estrato de la comunidad vegetal (Schulze *et al.*, 2000), pero aún falta mucho por investigar al respecto. Al respecto, conocer la cantidad de biomasa de las especies arbóreas es necesario para estimar la cantidad de carbono que captura un bosque, proceso que representa actualmente un servicio ambiental y, por tanto, constituye una alternativa para el manejo de recursos naturales encaminada al desarrollo sustentable.

El análisis dimensional o alometría es el estudio del cambio de proporción de varias partes de un organismo como resultado de su crecimiento, que en árboles requiere contar con funciones matemáticas que estimen la biomasa total con base en las dimensiones de los órganos del árbol (Huxley, 1932 citado por Avendaño *et al*, 2009). Las relaciones alométricas se han utilizado mucho en especies forestales de clima templado frío para estimar la biomasa aérea total y el área foliar a partir del diámetro normal o del área de la albura que sirven para relacionar componentes de difícil medición (biomasa, área foliar) con variables más fáciles de medir (altura, diámetro, área basal, área de la albura) (Pastor *et al.*, 1984).

Por otro lado, gracias a la correlación que existe entre los parámetros forestales que definen a un árbol (diámetro del fuste y altura) y a una masa (densidad de copas, volumen total, etc.) con la información radiométrica contenida en las imágenes de satélite y a las características de éstas, la teledetección se ha convertido en una herramienta adecuada para la realización de tareas de inventario forestal y para la estimación de la biomasa (Avendaño *et al*, 2009).

No obstante, las aplicaciones desarrolladas en el seno de la teledetección para estimar biomasa presentan un carácter muy local, no siendo enteramente reproducibles a escalas regionales, localizándose los mayores problemas en medios forestales heterogéneos como los tropicales y mediterráneos. Este aspecto ha sido confirmado en trabajos previos dedicados a la

estimación de residuos forestales mediante el uso de imágenes LandSat <sup>12</sup> (García-Martín *et al.*, 2011).

Las diferencias en las tasas de deforestación ofrecidas son debidas a las diferencias en la definición y métodos usados. Por ejemplo, cuando se basan en imágenes LandSat, la razón de deforestación en Indonesia en los últimos años de la década de los 90 fue 1,7 millones de hectáreas por año (Kanninen *et al.*, 2007). Una estimación posterior recopilada por FAO, basada en informes de países, fue de 1,9 millones de hectáreas por año (FAO 2011).

Finalmente, monitorizar la degradación es técnicamente un desafío mayor que monitorizar la deforestación y los métodos para identificar la degradación del bosque mediante el uso de sensores remotos requieren de datos de alta resolución (Kanninen *et al.*, 2007).

### 2.8.3.- Causas de pérdidas de biomasa

La fragmentación y la pérdida del hábitat son dos de los problemas ambientales más importantes en la actualidad (Cayuela, 2006; Fernández *et al.*, 2006 y Fontúrbel, 2007) y constituyen dos de las principales causas de modificación y pérdida de la biodiversidad a nivel global, regional y local. Adicionalmente, los cambios en la composición de las especies del ecosistema (por ejemplo, introducción de especies exóticas invasoras) contribuyen a las pérdidas (Kettunen y Ten Brink, 2006).

La fragmentación del hábitat engloba dos procesos: la pérdida de hábitat y la fragmentación del hábitat *per se* <sup>13</sup>, es decir, su disgregación al margen de la pérdida de superficie. Hay abundantes evidencias empíricas de que la pérdida de hábitat tiene intensos efectos negativos sobre la biodiversidad (Teixido *et al.*, 2009).

En el análisis de las tendencias de cambio en la biodiversidad se consideran dos indicadores principales: la cobertura de la vegetación y la extinción biológica, especialmente en términos de la pérdida de especies (Kareiva y Marvier, 2003). No obstante, existen otros indicadores, como la degradación y fragmentación del hábitat (Mendoza *et al.*, 2005; Pineda y Halffter, 2005) y la desviación de la vegetación clímax <sup>14</sup> a una condición transicional, debido a

---

<sup>12</sup> Los LandSat son una serie de satélites construidos y puestos en órbita por EE.UU. para la observación en alta resolución de la superficie terrestre. Los LandSat están equipados con instrumentos específicos para la teledetección multispectral. El primer satélite LandSat (en principio denominado ERTS-1) fue lanzado el 23 de julio de 1972. El último de la serie es el LandSat 8, puesto en órbita en el 2013.

<sup>13</sup> Por sí mismo, de por sí, por su propia naturaleza.

<sup>14</sup> En vegetación es el estado óptimo. Situación de equilibrio entre la vegetación, el suelo y el medio (relieve, litología, clima) sin la intervención humana correspondiente. Los bosques naturales se consideran vegetación clímax porque suponen la etapa final

intervenciones antropogénicas como el uso del fuego en la roza, tumba y quema, o aun debido a la supresión de incendios forestales naturales (Martínez *et al*, 2006 y Robbins, 2006).

A partir del análisis de las pautas de deforestación en 152 países, Kanninen *et al* (2007) sugieren tres fuentes principales de deforestación: la expansión agrícola, la extracción de madera y la extensión de infraestructuras. Estas causas interactúan con cinco factores subyacentes principales: variables demográficas, económicas, tecnológicas, políticas y culturales (Martino, 2007).

La deforestación puede ser definida como una reducción de la cubierta del dosel arbóreo por debajo del 10 %; en cambio, la degradación del bosque es una pérdida parcial de biomasa debida a cortas u otras causas de extracción de biomasa (Kanninen *et al*, 2007).

La deforestación es normalmente un cambio más drástico del uso del territorio, a menudo caracterizado por la tala de árboles y la conversión a unos usos alternativos de las tierras, principalmente la agricultura. Sin embargo, a menudo la degradación del bosque puede llevar indirectamente a la deforestación por diversas vías (por ejemplo, las talas selectivas pueden proporcionar un acceso más fácil para los agricultores). Se estima que la cobertura territorial de tala selectiva es tan amplia como la de deforestación (Asner *et al*, 2005).

Para Combes *et al* (2009), la deforestación global en los países en desarrollo es la suma de deforestación estructural y una deforestación residual. En otras palabras, los factores estructurales, tales como el desarrollo económico y el crecimiento, la densidad poblacional, fenómenos climáticos o mercados internacionales de productos agrícolas, tienen un impacto en las tasas de deforestación en cada país. Además de eso, los países tienen especificidades en términos de gobierno, los incentivos económicos, etc., que generan una deforestación total.

Dentro de los factores económicos que causan pérdidas de biomasa se incluye, entre otros, la carencia de empleos alternativos rentables en el campo que fomenten pautas de producción sustentables; la creciente pobreza en el ámbito rural; la brecha socioeconómica creciente entre ricos y pobres; la subvaloración económica y social de los ecosistemas, los recursos naturales y los servicios ambientales, así como otras fallas de mercado, y el libre comercio sin reglamentación ambiental y social adecuada (Cayuela, 2006). Angelsen y Kaimovitz (1999), en su análisis comparativo de más de 140 modelos económicos sobre las causas directas e indirectas de la deforestación, encontraron que hay escasa claridad en términos de la contribución neta a la deforestación de muchas de las causas de tipo económico

---

de la sucesión vegetal, durante la cual, su formación alcanza su máximo desarrollo en equilibrio con el conjunto de condiciones ambientales, clima y suelo. Todo ecosistema evoluciona siempre hasta alcanzar su etapa de clímax.

citadas en los modelos como detonantes de la deforestación, con excepción de los impactos negativos, muy claros, del aumento de los precios de garantía de los productos agropecuarios y de la posibilidad de tener acceso a fuentes alternativas de empleo.

Actualmente, los incendios causados por el hombre están presentes en todos los ecosistemas vegetales existentes en el mundo. La actividad agrícola, reconversión de cultivos y habilitación de grandes extensiones aplicando quemas han sido los grandes responsables de este daño (Castillo *et al*, 2003). La mayor incidencia de fuego se da en las regiones tropicales (Carmona-Moreno *et al*, 2005), y su tendencia temporal está fuertemente asociada a los llamados Cambios en el Uso de la Tierra o del suelo (lo que en el vocabulario de Cambio Global se conoce como “LULUCF”, por “Land Use and Land Use Change and Forestry”) <sup>15</sup> (Eva y Lambin, 2000).

Según Kettunen y Ten Brink (2006), la pérdida de biodiversidad y servicios de los ecosistemas se ha traducido en costos socioeconómicos, incluyendo pérdidas financieras. Sin embargo, estas pérdidas no siempre son inmediatamente evidentes y a menudo se vuelven más prominentes en el largo plazo. De la misma manera, la pérdida de la biodiversidad y servicios de los ecosistemas puede aportar importantes pérdidas socioeconómicas a una variedad de sectores y grupos de interés.

#### 2.8.4.- Consecuencias de pérdidas de biomasa

##### 2.8.4.1. Ecológicas

En las últimas décadas los bosques tropicales han sufrido una tala masiva y una fuerte degradación, alrededor de 20 millones de hectáreas de los mismos son talados o dañados cada año; si la destrucción continua a ese ritmo en unos 40 años desaparecerían todos los bosques tropicales (Fernández *et al*, 2006).

En el último informe del Panel Internacional sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) se expresó que la concentración atmosférica del gas de efecto invernadero más importante, el

---

<sup>15</sup> El incremento en la atmósfera de los llamados gases de invernadero (GEI) y el consecuente cambio climático tendrán efectos importantes en el siglo XXI. Por lo que, es esencial que sean tomadas un cierto número de medidas para reducir las emisiones de GEI y para incrementar su captura en los suelos y en la biomasa. Para ello, deben ser desarrolladas nuevas estrategias y políticas apropiadas para el manejo de la agricultura y los bosques. Una opción se basa en la captura de carbono en los suelos o en las biomásas terrestres, sobre todo en las tierras usadas para la agricultura o la forestación. A partir del Protocolo de Kyoto esto se conoce como *Uso de la Tierra, Cambio en el Uso de la Tierra y Forestación* (LULUCF) y concierne los artículos 1.3 y 1.4 del Protocolo (IPCC, 2000).

dióxido de carbono pasó de 280 ppmv antes de la revolución industrial, hasta 380 ppmv <sup>16</sup> en el año 2005, superando las cifras más elevadas de los últimos 650 mil años; y continúa incrementando a una tasa anual mayor a 1 ppmv. Para Fernández *et al*, (2006), la principal causa de este aumento ha sido el uso de combustibles fósiles y, en menor medida, el cambio de uso de la tierra (fundamentalmente la transformación de los bosques en terrenos agrícolas); en cambio, Kanninen *et al* (2007) afirman que la deforestación aporta más carbono a la atmósfera que los combustibles fósiles procedentes del sector de transportes.

Al evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas forestales por medio de la aplicación de tres modelos de cambio climático, Villers y Trejo (2000) encontraron que los bosques templados fríos y semicálidos son los más sensibles al cambio climático y tenderían a desaparecer al incrementarse la temperatura. Otras implicaciones que aún no se han evaluado pero que podrían suceder por el aumento de temperatura en la tierra como efecto del aumento de los gases de efecto invernadero <sup>17</sup> (GEI), es que podrían aumentar algunas poblaciones de especies dañinas como plagas y enfermedades en perjuicio de algunos cultivos.

La fragmentación y la pérdida del hábitat, aunque diferentes, están relacionados entre sí y generan cambios en la calidad del hábitat y de los recursos, afectando en mayor medida a aquellos organismos especialistas de un determinado tipo de ambiente, y que dependen de una determinada estructura boscosa (Fontúrbel, 2007).

Debido a los incendios forestales, Castillo *et al* (2003) estiman que anualmente se pierden 10 a 15 millones de hectáreas de bosques en regiones boreales y templadas, mientras que 20 a 40 millones se pierden en bosques tropicales. Los mismos autores afirman que una de las mayores consecuencias ocasionadas por los incendios forestales son los efectos sobre el cambio climático, debido a que el cambio de uso del suelo por deforestación, y la combustión de enormes cantidades biomasa han provocado la emisión de gases químicamente activos.

Según FAO (2011), las principales tendencias en la extensión de los bosques y la modificación de los índices de pérdidas forestales, así como el estado actual de los bosques productivos y protectores, muestran que hay disparidades entre las seis regiones: África, Asia y el Pacífico, Europa, América Latina y el Caribe, el Cercano Oriente y América del Norte. En

---

<sup>16</sup> Es una medida de la proporción relativa de una sustancia respecto a otra. En el caso del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que es un gas en la atmósfera terrestre, se utiliza la nomenclatura ppmv (partes por millón en volumen). Un ppmv equivale a 10<sup>-9</sup> toneladas de aire por metro cúbico. Empleando la relación entre los pesos moleculares del dióxido de carbono y del aire, 380 ppmv significan unos 57 x 10<sup>-8</sup> t CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de aire.

<sup>17</sup> El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el vapor de agua, el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y el ozono (O<sub>3</sub>) son gases que se encuentran naturalmente en la atmósfera de la tierra y sirven para atrapar una parte de la energía solar. Estos permiten mantener cálida la superficie y por lo tanto, hacen posible la vida en el planeta. Por eso a estos compuestos se les conoce como "gases de efecto invernadero" (GEI).

América Latina y el Caribe se ha registrado la mayor pérdida neta de bosques en la última década.

El cambio neto de área de bosque en el período 2000 - 2010 se estimó en 5.2 millones de hectáreas por año (una superficie de aproximadamente el tamaño de Costa Rica), inferior al nivel de 8.3 millones de hectáreas por año registradas en el período entre 1990 y 2000. Sin embargo, la mayoría de las pérdidas de bosque siguieron dándose en países y áreas de las regiones tropicales, mientras que gran parte de la ganancia se concentró en las áreas templadas y boreales, así como en algunas economías emergentes (FAO, 2014).

#### 2.8.4.2. Económicas

La deforestación en los trópicos es uno de los problemas ambientales más importantes, con serias consecuencias económicas y sociales (Cayuela, 2006).

En Ecuador, según Azqueta y Delacámara (2008), la explotación del petróleo en la región amazónica ha estado acompañada de un acentuado proceso de deforestación, debido a que la mayor parte del proceso de deforestación se debe a la llegada de colonos por los caminos que se han construido en relación con las instalaciones petrolíferas. Al respecto, se ha realizado una simulación en que se introducen algunos valores económicos asociados a la pérdida ambiental provocada por la deforestación, demostrándose que las pérdidas directas e indirectas vinculadas a la deforestación, debidas principalmente a las corrientes migratorias inducidas hacia el área, posiblemente sean cuantiosas.

Según Fernández *et al* (2006) y Franquis e Infante (2003), la pérdida de servicios ambientales que suministran los bosques es una de las razones principales de preocupación ante las altas tasas de deforestación. Los servicios ambientales de los bosques bien conocidos incluyen la protección de las cuencas, recreación y la belleza de los paisajes. Recientemente, se ha demostrado que existen beneficios forestales adicionales, tales como el papel en la estabilización del clima, al secuestrar carbono en la biomasa o como bancos de información genética. Muchos de estos servicios valiosos no son considerados en los mercados y son ignorados dentro de los planes de manejo forestal.

Las pérdidas por incendios forestales son difíciles de cuantificar. Sólo en el Sureste de Asia, se estima que los daños directos ocasionados por incendios forestales en la región superan los 4 mil quinientos millones de dólares anuales en promedio en los últimos 10 años (Castillo *et al*, 2003).

### 2.8.4.3. Sociales

De manera general, Nuñez *et al* (2006) indican que los bosques han sido fragmentados, intervenidos y degradados, desconociéndose la multiplicidad de bienes y servicios ambientales que se generan de dicho ecosistema tales como: madera, agua, productos medicinales derivados de la biodiversidad, belleza escénica, investigación, resinas, entre otros, que se han convertido como fuente de ingresos para algunas poblaciones locales.

Según Pearce (1994), la migración desde las comunidades rurales hacia las zonas urbanas se puede disminuir mediante la forestación. El mismo autor indica, que uno de los beneficios ampliamente atribuido a la forestación es la creación o protección del empleo rural, y el ahorro en las importaciones debido a la reducción de costos en la madera importada.

En Indonesia, la valoración económica de un Parque Nacional en Sumatra permitió establecer que la conservación promueve la equidad social y económica, porque apoya principalmente la mayoría desfavorecida de la sociedad. En cambio, la deforestación aumenta la brecha entre ricos y pobres. A pesar de estas características positivas de la conservación, la deforestación continúa sin interrupción en el mencionado Parque Nacional. La principal razón para esta destrucción es el fuerte poder político de las empresas dedicadas a la tala e industrialización de los árboles del bosque, así como a la amplia dispersión de los principales beneficiarios de la conservación (Van Beukering *et al*, 2002).

Al respecto, UNEP <sup>18</sup> (2004) afirma que la inclusión de las comunidades locales es un requisito previo para el diseño e implementación exitoso de instrumentos económicos. La cooperación entre los acuerdos ambientales multilaterales, y el desarrollo de estudios de casos individuales podrían ayudar a obtener una mejor comprensión acerca del apoyo mutuo de participación de la comunidad local y el uso exitoso de los instrumentos económicos. En el diseño e implementación de instrumentos económicos, el intercambio de experiencias sobre las mejores prácticas para inclusión de las comunidades locales produciría resultados útiles.

---

<sup>18</sup> Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (UNEP por sus siglas en inglés) con sede en Nairobi (Kenia), es un programa de las Naciones Unidas que coordina las actividades relacionadas con el medio ambiente, asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible. Fue creado por recomendación de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Humano (Estocolmo, 1972).

### Capítulo 3. El bosque húmedo en Ucayali - Perú.

En el presente capítulo se revisan diferentes definiciones del bosque húmedo. De la misma manera, se realiza una descripción de la región Ucayali (Perú) poniendo énfasis en algunos indicadores relativos a los niveles de vida, y a otras condiciones sociales y económicas en las zonas rurales y urbanas. El bosque Macuya tiene particular importancia en la investigación, debido a que en esta zona se realizó el inventario de carbono que, como se conocerá en los Capítulos 4 y 5, servirá de base para la valoración de los bienes y servicios ambientales en bosques secundarios de Ucayali.

#### 3.1.- El Bosque

##### 3.1.1. Definición

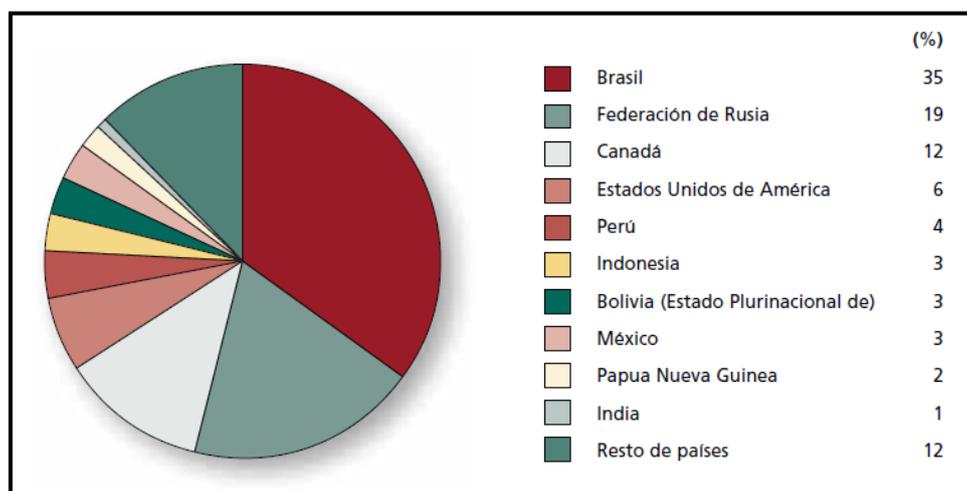
Los bosques son tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de dosel superior al 10%, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ*; se incluye a las áreas cubiertas de bambú y palmeras, siempre que éstas alcancen el límite mínimo establecido en cuanto a altura y cubierta de dosel (FAO, 2012). No incluye: la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano (FAO, 2014) y las formaciones de árboles en los sistemas de producción agrícola, tales como plantaciones de frutales, plantaciones de palmas aceiteras y los sistemas agroforestales con cultivos bajo una cubierta de árboles (FAO, 2012).

En FAO (2014), se indica que los sistemas agroforestales (como el sistema “*Taungya*”) en el que se siembran cultivos solamente durante los primeros años de la rotación forestal, se deben clasificar como bosque.

##### 3.1.2. Situación de los bosques en el mundo

El área total de bosque existente en el mundo asciende a algo más de 4 mil millones de hectáreas, que corresponden al 31% de la superficie total de tierra o a un promedio de 0.6 hectáreas per cápita. Los cinco países con mayor riqueza forestal (Rusia, Brasil, Canadá, los Estados Unidos de América y China), representan más de la mitad del total del área de bosque. Diez países carecen totalmente de bosques y otros 54 tienen bosque en menos del 10 por ciento de su extensión total de tierra (FAO, 2011).

Los países con zonas más extensas de bosques primarios <sup>19</sup> contienen el 88% del área total de tales bosques en el mundo (Figura 2). Los bosques primarios representan, por lo menos, el 50% del área total de bosque en 19 países, y siete países han clasificado más del 75% de sus bosques como primarios (FAO, 2010).



*Fuente: FAO (2010)*

Figura 2. Los diez países con mayor área de bosques primarios en el mundo.

De la misma manera, FAO (2011) reporta que aproximadamente el 30% por ciento del total del área de bosque mundial se designó principalmente para fines de producción. América Latina y el Caribe tienen el 10% del total del área mundial de bosque designada para fines productivos.

Con respecto al cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), los bosques han adquirido protagonismo por su capacidad de fijar carbono y su reconocimiento dentro de mecanismos de flexibilidad para mitigar emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en los acuerdos internacionales (IPCC, 2007).

### 3.1.3. El bosque secundario

Según Ford y Robertson (1971) citado por Wadsworth (2000), indican que el crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica al bosque, como lo es una tala rasa, incendios graves o ataques de insectos, es un crecimiento secundario. Por lo cual, el bosque secundario aparece después de aclareos.

<sup>19</sup> Bosque regenerado de manera natural, compuesto de especies nativas y en el cual no existen indicios evidentes de actividades humanas y donde los procesos ecológicos no han sido alterados de manera significativa (FAO, 2014).

Lamprecht (1990) afirma que el bosque secundario comprende todas las etapas de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogénica, hasta su fin, excluyendo el bosque clímax. En la práctica se entienden como bosque secundario sobre todas las etapas tempranas de desarrollo, que son fáciles de reconocer. Se caracteriza por la poca cantidad de árboles maduros.

Para Finegan (1992), el bosque secundario es definido como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas, después que su vegetación original es destruida por la actividad humana. La sucesión secundaria está asociada a la intervención del hombre (Budoswki, 1963).

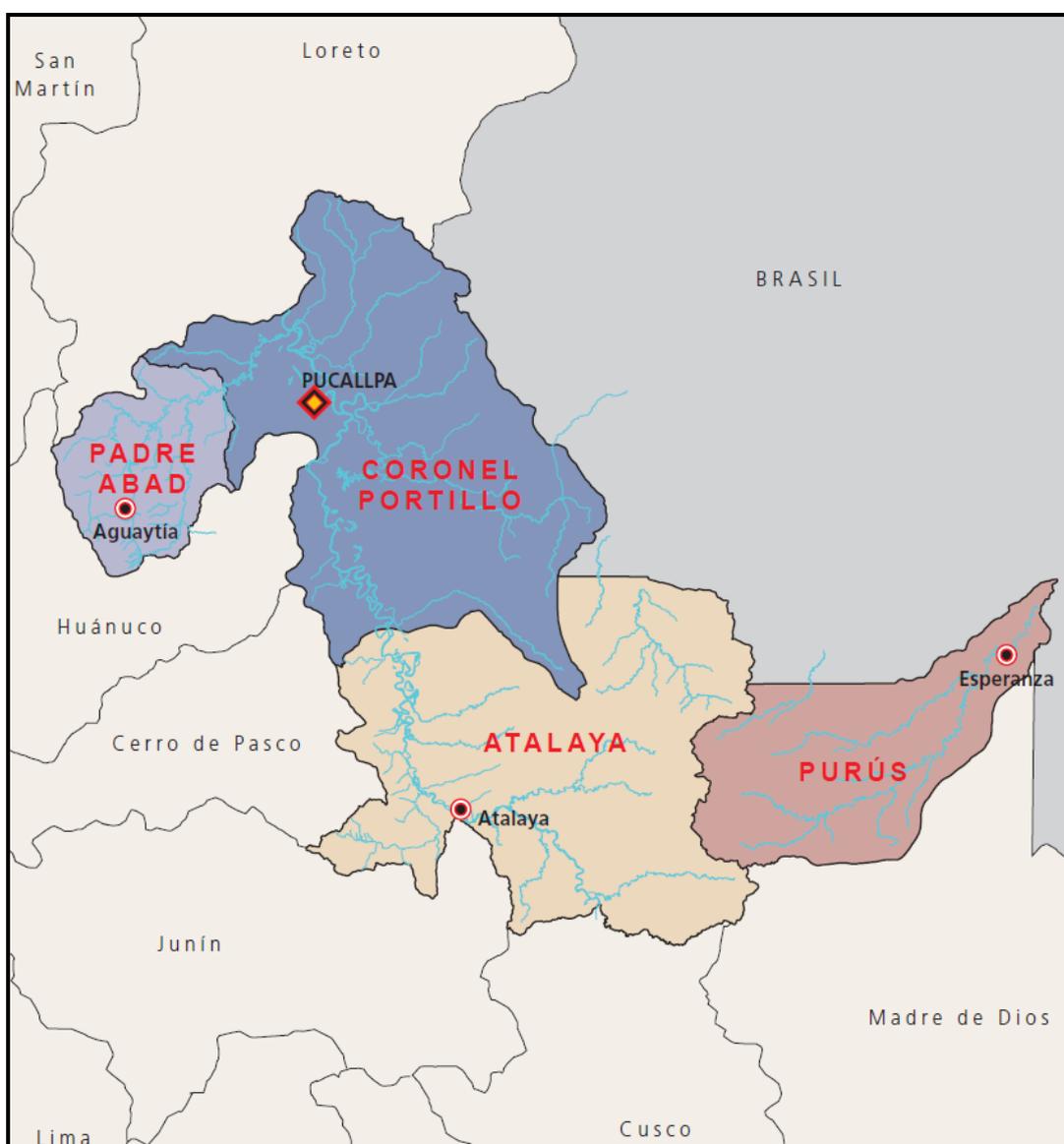
Según Quesada (2008), en los bosques secundarios de zonas secas se pueden identificar a grandes rasgos las mismas fases de desarrollo que en las zonas húmedas. Al respecto, Spittler (2001) propone las siguientes fases de desarrollo para bosques secundarios en zonas secas:

- Primera Fase Sucesional - Arbustivo: este periodo describe la vegetación de los primeros 3 a 4 años después del abandono del área. Dicha fase se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y de las primeras especies arbóreas pioneras.
- Segunda Fase Sucesional - Arbustal: aproximadamente después de 4 años, se observa una alta dominancia de especies arbustivas y arbóreas pioneras. Esta se mantiene hasta el noveno o décimo año después del abandono del área degradada. La vegetación está conformada por una gran cantidad de especies forestales heliófitas efímeras y durables.
- Tercera Fase Sucesional - Bosque Secundario Temprano: esta fase comienza después de unos 10 a 15 años, por primera vez se puede observar una cobertura forestal cerrada. Se comienza a dar un aspecto boscoso, en el cual se pueden diferenciar claramente los estratos arbóreos y el sotobosque. El dosel superior alcanza alturas de aproximadamente 12 m y es dominado por especies arbóreas pioneras.
- Cuarta Fase Sucesional - Bosque Secundario Intermedio: esta fase comienza más o menos a los 15 años después del abandono del área y puede permanecer hasta los 35 años. El factor más importante es la reducción en la dominancia de las especies pioneras, las cuales son superadas por las especies heliófitas durables y por las especies esciófitas.
- Quinta Fase Sucesional - Bosque Secundario Tardío: esta fase comienza a los 30 ó 35 años de edad después de la intervención del bosque natural y es difícil o imposible de definir un límite superior, ya que sus características cada vez se asemejan más a las del bosque primario.

### 3.2.- Descripción de la región Ucayali (Perú)

La región Ucayali, fue creada por Ley 24945 del 25 de Noviembre de 1988. Se encuentra ubicada en la parte central oriental del territorio peruano y comprende la llanura inundable del Río Ucayali, al Este de la Cordillera de los Andes.

Políticamente, Ucayali tiene como capital a la ciudad de Pucallpa, estando conformada por cuatro provincias (Figura 3) y quince distritos: Coronel Portillo (Callería, Campoverde, Iparía, Manantay, Masisea, Nueva Requena y Yarinacocha), Atalaya (Raimondi, Sepahua, Tahuanía y Yurúa), Padre Abad (Curimaná, Irazola y Padre Abad) y Purús (Purús).



*Fuente: BCR (2012)*

Figura 3. La Región Ucayali y sus Provincias.

### 3.2.1.- Aspectos Geográficos

Ucayali está ubicado en la parte centro oriental del Perú, pertenece a la Cuenca Amazónica y presenta tres tipos de pisos naturales; ceja de selva, selva alta y selva baja. Se caracteriza por tres formas de paisajes fácilmente diferenciables: ceja de selva, selva alta y selva baja, los cuales se asocian a dos grandes biomas <sup>20</sup> que la tipifican, las mismas que corresponden a las provincias biogeográficas yunga tropical (ceja de selva y selva alta) que ocupa 476,000 hectáreas equivalente al 4.6% de la región, y Amazonía tropical (selva baja en transición y selva alta) que ocupa el 95.4% con 9'765,045 hectáreas.

La región Ucayali es de baja conectividad con el resto del país. Las características propias de la zona de selva (presencia de grandes ríos y bosques), aunadas a la geografía de los Andes, dificultan la interconexión de la región, lo que se traduce en mayores costos de transporte y una pérdida de competitividad.

La vía principal es la carretera Federico Basadre que llega desde Tingo María (Huánuco) a Pucallpa (Ucayali). Esta vía forma parte del Eje Amazonas Centro de la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Sudamericana (IIRSA), que constituye una vía de articulación con la costa y el Brasil, a través de un esquema multimodal (carreteras, puertos e hidrovías).

A nivel local y regional, el transporte tanto de personas como de bienes se realiza principalmente por vía fluvial, aunque en las zonas de baja densidad poblacional como Purús, la interconexión se realiza por vía aérea elevando el costo de transporte. La infraestructura de transporte y de servicios básicos es de necesidad urgente, sin embargo, la presencia de zonas reservadas o de protección (de alta biodiversidad) y poblaciones en aislamiento voluntario determinan que los proyectos a realizarse deban ser adecuadamente evaluados.

### 3.2.2.- Aspectos Ecológicos

De acuerdo al mapa Ecológico del Perú, la Región Ucayali cuenta con seis zonas de vida, y seis zonas transicionales que se diferencian básicamente por sus factores climáticos como precipitación, temperatura y humedad.

---

<sup>20</sup> Un bioma, también llamado paisaje bioclimático o áreas bióticas, es una determinada parte del planeta que comparte el clima, flora y fauna. Un bioma es el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica que está definido a partir de su vegetación y de las especies animales que predominan.

Para la descripción de las diferentes zonas de vida se utilizó el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida <sup>21</sup> o formaciones vegetales del Mundo, descrito en la guía explicativa del Mapa ecológico del Perú publicada en el año 1976 por ONERN <sup>22</sup>, elaborado por el Dr. Leslie R. Holdridge, que se fundamenta en criterios bioclimáticos como parámetros que definen la composición florística de cada zona de vida.

En relación a la vegetación, los resultados de las investigaciones de la diversidad florística de la región Ucayali, se encuentran muy dispersos y no existe una caracterización cuantitativa específica flora existente. Estrada (2007) ha realizado una recopilación de estudios de diversidad florísticas en la Región Ucayali, reportándose 73 familias, 253 géneros, 373 especies y 8 especies endémicas <sup>23</sup>, lo cual verifica su gran biodiversidad, aún cuando existe un desbalance muy marcado en la prospección por Departamentos del Perú. Salta a la vista, por ejemplo, que el gran departamento de Ucayali tiene un nivel de prospección muy bajo en comparación a otros departamentos Amazónicos.

### 3.2.3.- Aspectos Socio Económicos

#### 3.2.3.1. Población

Después de Loreto, Ucayali es la segunda región más extensa del país y la octava región menos poblada. Con 432 mil habitantes en el 2007 y 102.4 mil km<sup>2</sup> posee una baja densidad poblacional (4.2 habitantes por km<sup>2</sup>). Aún así, la población censada en el 2007 es cerca de veintiséis veces más de aquella registrada en 1940. Para el año 2015, el INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) estima que la población de Ucayali será de 495 mil habitantes. En la Tabla 3, se observa que el crecimiento poblacional entre 1993 al 2007 fue de 2.3% anual, superior al promedio nacional (1.5%), pero una de las tasas más bajas respecto a

---

<sup>21</sup> El sistema de zonas de vida Holdridge (en inglés, *Holdridge life zones system*) es un esquema para la clasificación de las diferentes áreas terrestres según su comportamiento global bioclimático. Fue desarrollado por el botánico y climatólogo estadounidense Leslie Holdridge (1907-99) y fue publicado por vez primera en 1947 (con el título de *Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data*) y posteriormente actualizado en 1967 (*Life Zone Ecology*). Las zonas de vida es una división mayor de la superficie terrestre, un antecedente de los actuales biomas.

<sup>22</sup> La ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), desde 1962 y durante más de 30, elaboró una vasta y prolija información técnica para evaluar el potencial y el grado de utilización de los recursos naturales en el país. El legado de la ONERN se plasmó en la elaboración de documentos como el mapa de clasificación de tierras, el mapa ecológico del Perú y el primer inventario de recursos hídricos del país, entre otros. La ONERN sistematizó esta información con el apoyo de equipos multidisciplinarios de ingeniería forestal, geología, agrícola, suelos, hidrología, climatología, cartografía, así como también geografía, economía, sociología, etc.

<sup>23</sup> Las especies endémicas se definen porque viven exclusivamente dentro de un determinado territorio, ya sea un continente, un país, una región política administrativa, una región biogeográfica, una isla o una zona particular. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas. En el Perú, según la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) (2010), el 25.5% del total de especies de flora y fauna son consideradas endémicas.

otros períodos censales. La población urbana crece a una tasa mayor (3.4%), mientras que la población rural registra una tasa negativa en este período.

En casi 70 años, la región Ucayali ha pasado de ser una región rural a una urbana. Al respecto, el área rural concentra mayoritariamente a la población indígena de las etnias Shipibo-Conibo y Asháninkas. Según el II Censo de Comunidades Indígenas de la Amazonía Peruana 2007, la población indígena de la región constituye casi el 40% de la población rural de la región (BCR, 2012).

Tabla 3. Población Censada y Tasa de Crecimiento en Ucayali (1940 al 2007)

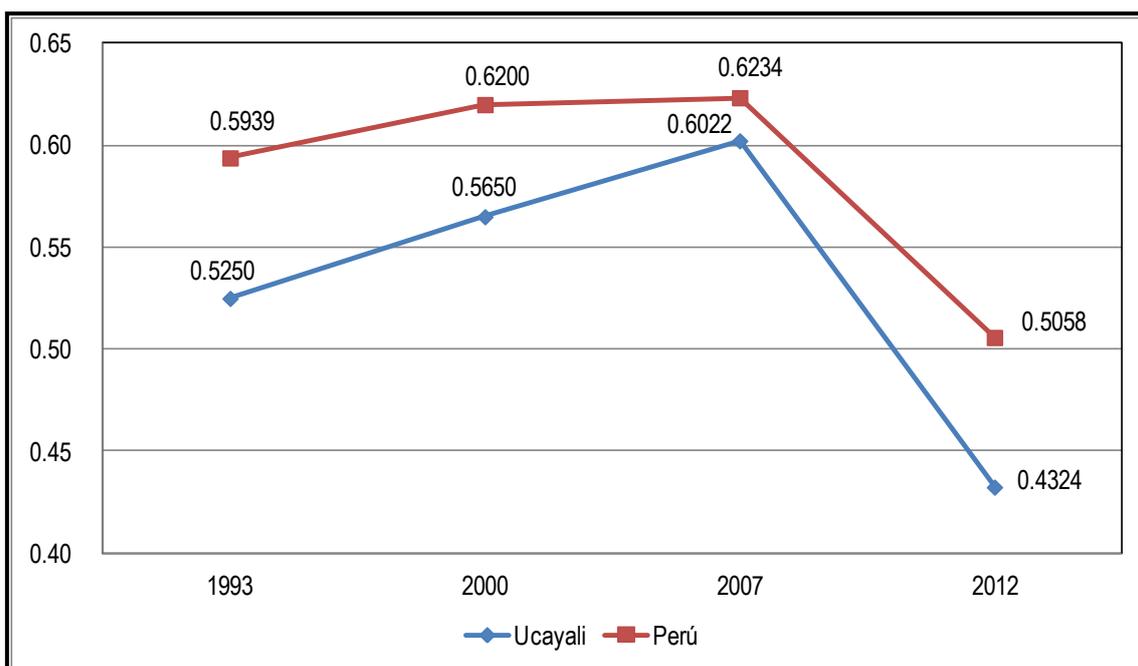
	1940	1961	1972	1981	1993	2007
Perú	6,207,967	9,906,746	13,538,208	17,005,210	22,048,356	27,412,157
Ucayali	16,154	64,161	120,501	163,208	314,810	432,159
Urbano	5,332	29,724	67,675	102,660	204,795	325,347
Rural	10,822	34,437	52,826	60,548	110,015	106,812
Crecimiento Poblacional <sup>1</sup>	1940 a 1961	1961 a 1972	1972 a 1981	1981 a 1993	1993 al 2007	
Ucayali		6.8	5.9	3.4	5.6	2.3
Urbano		8.5	7.8	4.7	5.9	3.4
Rural		5.7	4	1.5	5.1	-0.2

*Fuente: Adaptado de BCR (2012).*

### 3.2.3.2. Índice de Desarrollo Humano, pobreza, educación y desnutrición

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es un indicador propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) para medir el desarrollo humano y, tres aspectos son importantes para su aproximación: la esperanza de vida al nacer (indicador de la longitud de la vida), el logro educativo producto de la suma de la tasa alfabetismo y de la asistencia a la educación básica, y el ingreso familiar mensual per cápita (BCR, 2012). El PNUD ha estimado el IDH para el Perú a nivel de departamentos, provincias y distritos.

Según la Figura 4, en catorce años, la Región Ucayali mejoró su posición respecto al resto de departamentos del país: del puesto 15 en 1993 (con un IDH de 0.5250) al puesto 10 en 2007 (con un IDH de 0.6022). Posteriormente, desde el 2007 al 2012 descendió al puesto 16 (con un IDH de 0.4324). Esta involución significa un retroceso en materia de desarrollo humano que evita que la región se pueda acercar a los departamentos con desarrollo humano alto, tales como: Lima, Moquegua, Arequipa, Madre de Dios, Tacna, Ica y Tumbes, con IDH's que van desde 0.6340 (Lima) hasta 0.5184 (Tumbes).



*Fuente: INEI (<http://www.inei.gob.pe/>), Censos Nacionales de Población y Vivienda (1940 al 2007).*

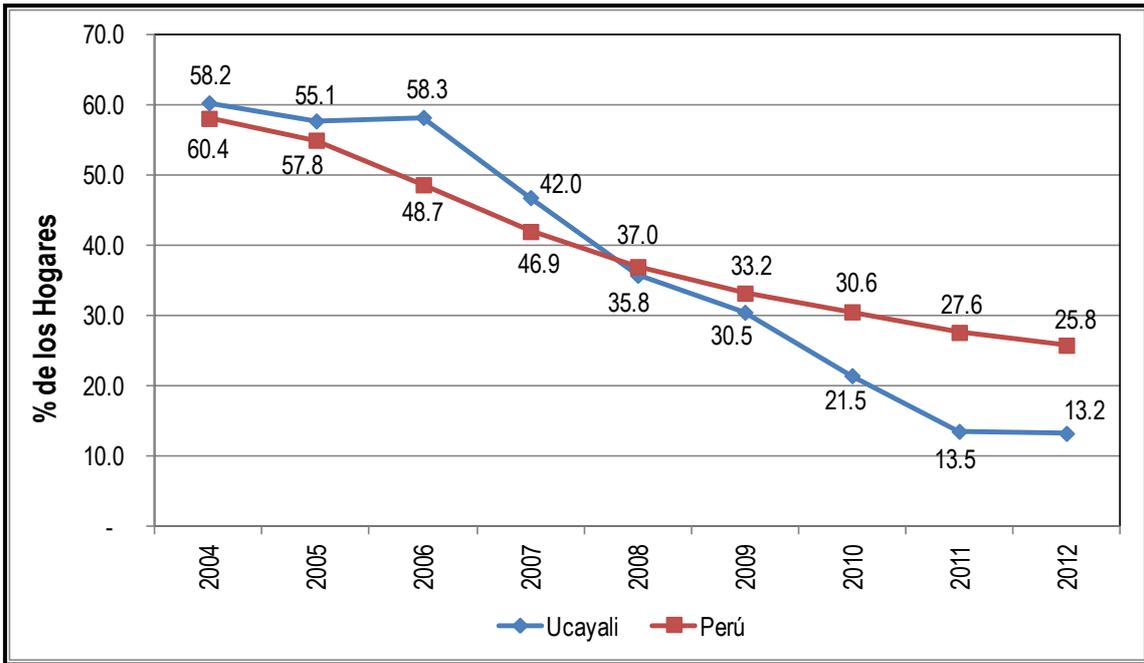
Figura 4. Evolución del Índice de Desarrollo Humano (IDH <sup>1</sup>) en Ucayali (1993 al 2012).

<sup>1</sup> índice entre 0 y 1, donde 1 representa más desarrollo humano.

Según el BCR (2012), desde el punto de vista regional, existen brechas por acortar entre las provincias Coronel Portillo frente a Atalaya y Purús. Mejorar los componentes del IDH de manera más homogénea permitirá un desarrollo más equitativo de la región.

Otro de los indicadores de bienestar es el de la pobreza monetaria (Figura 5), que evalúa la capacidad de las personas para poder satisfacer una canasta de consumo.

A nivel nacional, la pobreza se ha reducido desde 58.2% en el 2004 hasta 25.8% en el 2012, gracias a la continuidad de las políticas económicas (BCR, 2012) que generó un crecimiento económico promedio de 7%, complementado por las acciones públicas en el campo social que han permitido la disminución de la pobreza monetaria en todas las áreas geográficas del país. Con relación a Ucayali, para el período 2004 y 2012, la pobreza total se redujo en 47.2 puntos porcentuales, desde 60.4% hasta 13.2%, descenso que supera largamente el promedio nacional.



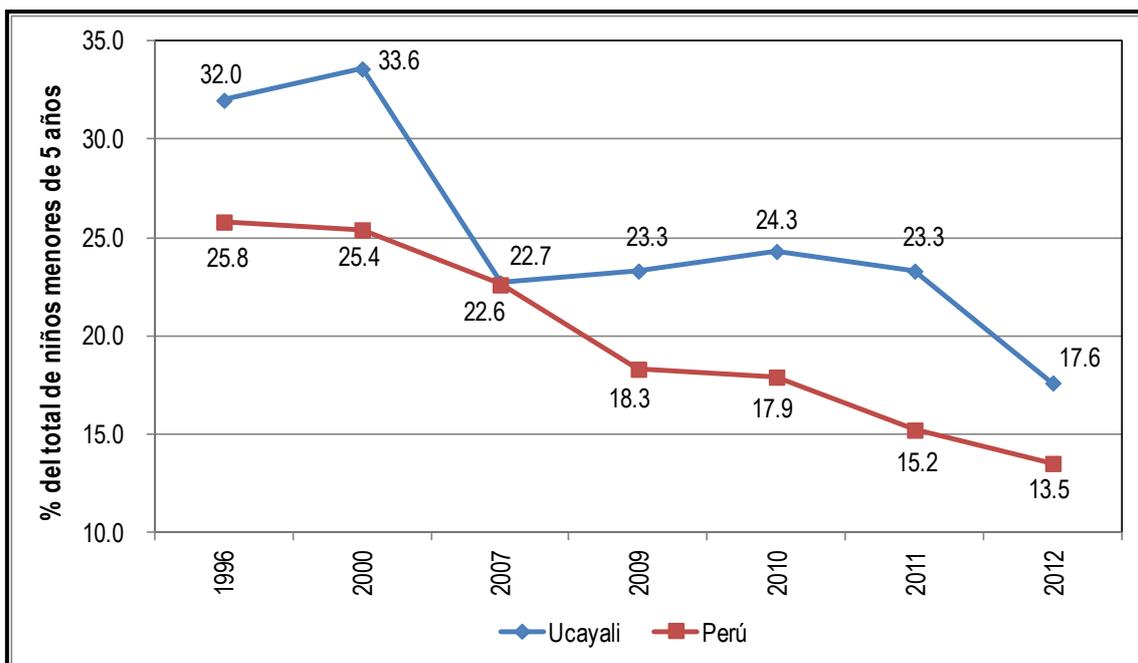
Fuente: INEI (<http://www.inei.gob.pe/>)

Figura 5. Pobreza monetaria en Ucayali (2004 al 2012).

Aún cuando el bienestar de la población de Ucayali muestra importantes avances en estos últimos años, el acceso a los servicios de agua potable, desagüe y alumbrado eléctrico todavía está muy por debajo del promedio nacional debido a la alta dispersión poblacional. Queda aún mucho por hacer para cubrir a las poblaciones rurales y comunidades indígenas con servicios de calidad, así como mejorar los niveles de educación y la salud en la población.

Respecto a la salud, una nutrición eficiente tiene efectos positivos sobre el proceso de aprendizaje y el rendimiento escolar (y en el largo plazo, sobre el stock de capital humano) y sobre la capacidad de respuesta ante episodios de enfermedad (BCR, 2012). A nivel nacional, el 13.5% de los niños menores de cinco años de edad son desnutridos crónicos en el 2012, habiéndose reducido en 12.3 puntos porcentuales desde el 1996 (Figura 6).

En Ucayali, en los últimos 16 años se han hecho avances significativos en reducir la desnutrición crónica infantil, que ha disminuido 14.4 puntos porcentuales, pero que todavía afecta al 17.6% los niños menores de cinco años de edad en el 2012. A pesar de esta disminución, Ucayali no se encuentra en una posición ventajosa respecto al contexto regional. Así, la presencia de la desnutrición infantil en Ucayali la sitúa en el puesto 11º (de mayor a menor incidencia del indicador) entre 24 regiones, en el 2012. Según BCR (2012), para lograr una reducción más rápida de la desnutrición crónica no bastará solamente políticas de alivio a la pobreza sino acciones específicas como elevar el nivel educacional de las madres y mejorar los hábitos alimenticios de la población.



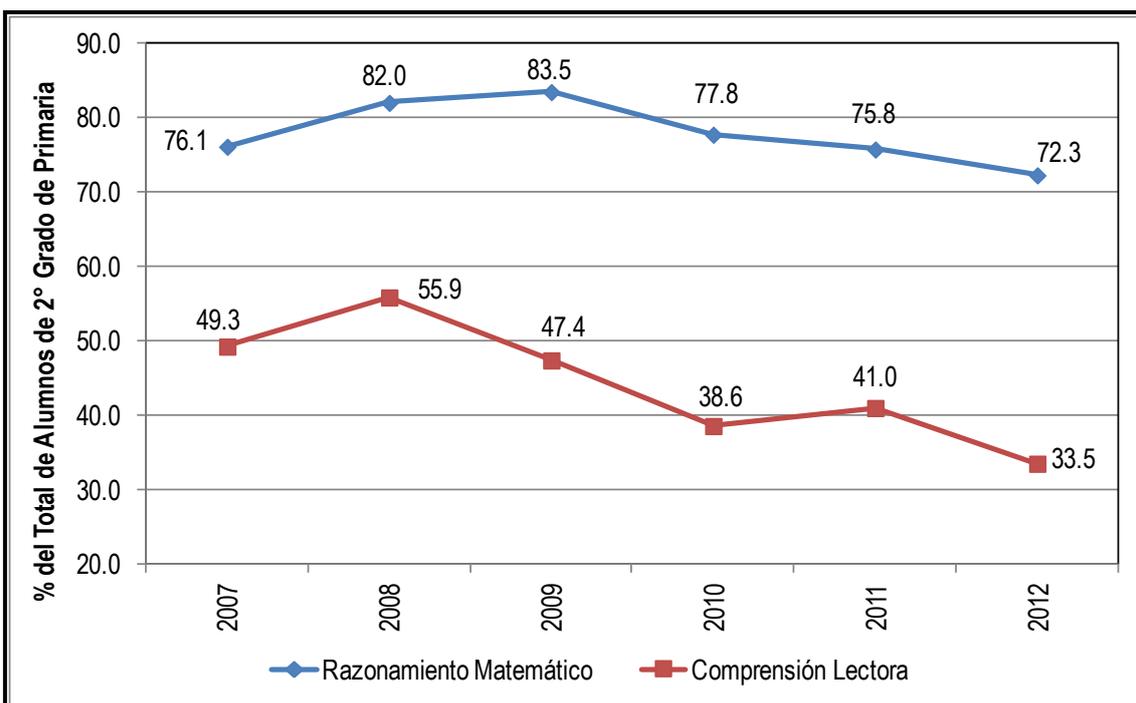
Fuente: INEI (<http://www.inei.gob.pe/>)

Figura 6. Desnutrición crónica en niños menores de 5 años en Ucayali (1996 al 2012).

En relación a la educación en la región Ucayali, no obstante los avances en cobertura, tiene serios problemas en mostrar resultados de calidad, en particular en la población escolar indígena. En la Evaluación Censal de Estudiantes del Ministerio de Educación del 2012, los estudiantes de segundo grado de primaria se encontraron entre los últimos lugares del país con rendimientos deficientes en razonamiento matemático y comprensión lectora (72.3% y 33.5%, respectivamente) (Figura 7). El esfuerzo de elevar la calidad de la educación demanda mejoras en la infraestructura educativa y en la oferta docente, entre los principales aspectos. El compromiso de las autoridades regionales y locales en elevar la calidad del capital humano de éstas y las próximas generaciones requiere de la articulación de políticas, en particular las de educación, nutrición y salud, en busca de objetivos específicos en cuanto a mejora de indicadores sociales. Ello tiene que hacerse en un entorno de crecimiento económico sostenido que permita el aumento del empleo y la reducción de la pobreza.

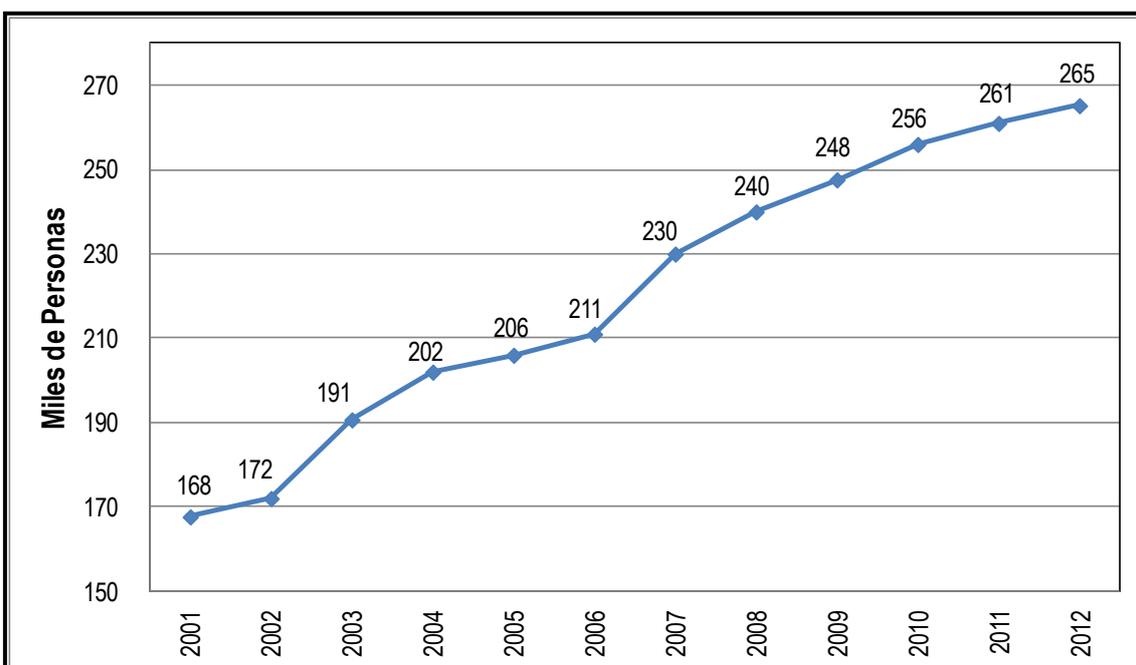
### 3.2.3.3. Empleo

Según la Figura 8, la población total en edad de trabajar de 14 años y más en la Región Ucayali fue 265,200 personas y constituye la Población Económicamente Activa (PEA).



Fuente: INEI (<http://www.inei.gob.pe/>)

Figura 7. Rendimiento deficiente en razonamiento matemático y comprensión lectora en Ucayali (2007 al 2012).



Fuente: INEI (<http://www.inei.gob.pe/>)

Figura 8. Población económicamente activa (PEA) en Ucayali (2001 al 2012).

La Población Económicamente Activa (PEA), es la parte de la población total que participa en la producción económica. Para fines estadísticos, se considera en la PEA a las personas mayores de una cierta edad que tienen empleo o que, no teniéndolo, están buscándolo o a la espera de alguno. Se excluye a los pensionados y jubilados, a las amas de casa, estudiantes y rentistas así como, por supuesto, a los menores de edad. En el Perú, se considera a toda la población de 14 años y más como población en edad activa o población en edad de trabajar (PET). Entre los años 2001 y 2012, la fuerza laboral en Ucayali estuvo ocupada en los sectores primarios (agropecuaria, pesca y minería e hidrocarburos), comercio, educación, restaurantes y hoteles, transportes y comunicaciones, construcción y manufactura (BCR, 2012).

#### 3.2.3.4. Índice de Competitividad Regional (INCORE)

El Índice de Competitividad Regional elaborado por el Instituto Peruano de Economía (IPE) aproxima el entorno regional para atraer la inversión privada por las regiones. Este Índice está compuesto por cinco pilares (economía, gobierno, personas, infraestructura y empresas), que consolidan la información de noventa variables agrupadas en veinticinco factores (BCR, 2012). De acuerdo al Índice de Competitividad Regional 2014, Ucayali se ubicó en el puesto 16 entre 24 regiones de nuestro país (Tabla 4).

Según el IPE (2014), Ucayali ha bajado un puesto en el índice general con respecto al 2013. Se indica que, a pesar de la mejora en los pilares Entorno Económico y Educación, la región ha mostrado un retroceso en Infraestructura, al parecer, debido principalmente a que el precio de la energía ha mostrado incrementos significativos en la región.

Tabla 4. Índice de Competitividad Regional (INCORE) de Ucayali (2014)

	Puntaje (de 0 a 10)	Puesto (de 24)
Índice Total	4.20	16
Entorno Económico	2.58	13
Laboral	5.48	7
Educación	4.25	19
Salud	4.56	21
Infraestructura	2.37	21
Instituciones	5.84	9

*Fuente: IPE (2014)*

### 3.3. Descripción del bosque Macuya (Ucayali, Perú)

#### 3.3.1. Ubicación

El área está reservada a la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) por D.R. N° 036-87-AG-DFE. La superficie le corresponde al Centro de Investigación y Capacitación Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) (Pucallpa, Perú) (Figura 9).

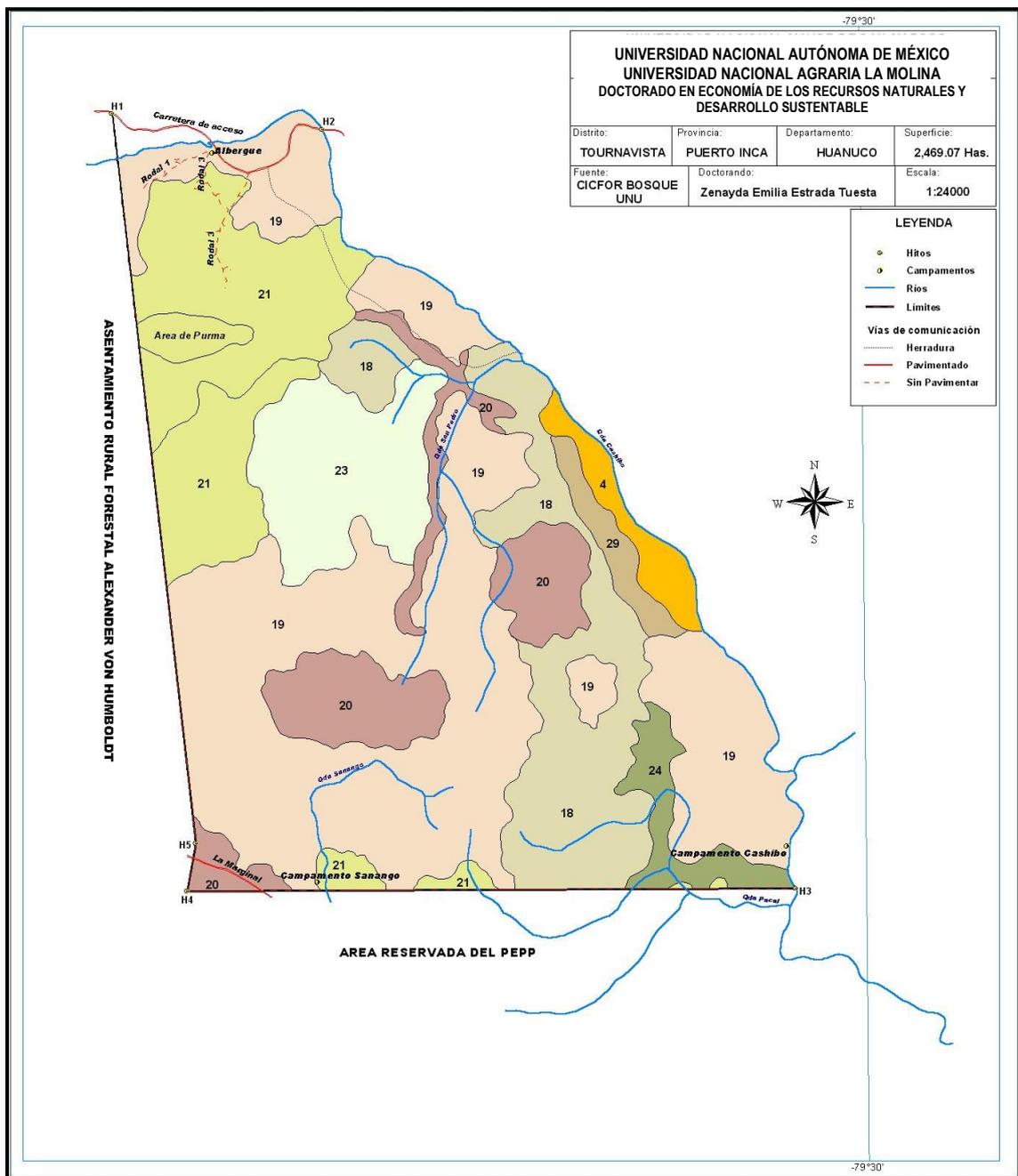


Figura 9. Mapa Fisiográfico del “Bosque” Macuya” con Ubicación del Centro de Investigación y Capacitación Forestal de la Universidad Nacional de Ucayali (Pucallpa, Perú).

### 3.3.2.- Superficie y Límites

El área comprende una superficie de 2 469.07 hectáreas, siendo los límites:

Por el Norte: Carretera de acceso a la Quebrada Cashibo; por el Este: Quebrada Cashibo; por el Sur: Área reservada del Proyecto Especial Pichis Palcazú, y por el Oeste: Asentamiento Rural Forestal Von Humboldt.

### 3.3.3.- Clima y Fisiografía

Zona de Vida: Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT); altitud: de 250 a 300 msnm; temperatura y humedad relativa media anual: 25°C y 85% y precipitación pluvial anual: de 2000 a 3000 mm.

Paisaje Aluvial: se caracteriza por su topografía relativamente plana con una pendiente de 0 a 5%; y un Paisaje Colinoso: caracterizado por presentar superficies onduladas y alturas variables con pendientes de 5 a 55%. El área se encuentra en la margen derecha de la cuenca de la Quebrada Cashibo.

### 3.3.4.- Aspectos Socio Económicos y Comunicaciones

En la parte social, el área de reserva está circunscrita a la zona Urbana del Asentamiento Rural "Alexander Von Humboldt", que tiene una población aproximada de 600 familias.

En lo económico, la agricultura de subsistencia es la actividad principal a la que se dedica la población circundante al área de reserva. Asimismo, se cuentan con industrias de transformación primaria de la madera.

El área está comunicada por la carretera Federico Basadre, Carretera Marginal y la Carretera de acceso a la Quebrada Cashibo, con una longitud aproximada de 95 km desde la sede de la Ciudad Universitaria de la UNU.

### 3.4. Valor de los bosques amazónicos

#### 3.4.1. Los bosques amazónicos

Según Wadsworth (2000) el 63% de los bosques húmedos tropicales se encuentran en América, y el 87% de los bosques tropicales se hallan en Sudamérica. Dentro de las características más resaltantes de los bosques amazónicos tenemos: alta diversidad biológica, gran contribución en la regulación del clima en el mundo y elevadas tasas de conversión (FAO 2011).

Al respecto, los bosques húmedos tropicales forma uno de las áreas más grandes de bosques continuos en el mundo, y ellos contienen una parte sustancial de la biodiversidad del mundo (World Conservation Monitoring Centre, 1992). La diversidad de especie de árboles en los trópicos varía dramáticamente. Una parcela de una hectárea en América del Sur, contiene casi tantas especies del árboles, como los bosques templados húmedos de América del Norte (Vásquez y Phillips, 2000).

En el Perú los bosques se extienden desde el llano amazónico hasta porciones elevadas de la cordillera de los Andes, aproximadamente desde 150 hasta 3 800 msnm; abarcando la totalidad de las estribaciones orientales y en forma muy conspicua las estribaciones de las cordilleras central y occidental del norte del país (Estrada, 2007).

Por otro lado, es muy baja la contribución del sector forestal a los PIB de las economías nacionales, representando los valores más altos en Guyana y Paraguay, con 4.1 y 3.6 por ciento, respectivamente. Para el Perú, este valor está en alrededor del 1,1 por ciento. Es justo reconocer que los recursos naturales del bosque amazónico, se constituyen en la principal fuente de subsistencia e ingresos económicos de poblaciones rurales. La superficie forestal con planes de Manejo Forestal Sustentable <sup>24</sup> (MFS) en bosques amazónicos varía entre 0.1 y el 25 por ciento del área total de bosque por país; alcanzando valores cercanos a las 26 millones de hectáreas, es decir, alrededor del tres por ciento del área total. Con respecto a la propiedad, la mayoría de los países amazónicos no reconoce derechos de propiedad privada en las tierras forestales. (FAO, 2011).

---

<sup>24</sup> El Manejo Forestal Sustentable (MFS) es un principio que asegura la producción de diversos bienes y servicios a partir de los ecosistemas forestales, de una manera perpetua y óptima, conservando siempre los valores de tales ecosistemas; es una estrategia de manejo de recursos naturales, en la cual las actividades forestales son consideradas en el contexto de las interacciones ecológicas, económicas y sociales, dentro de un área o región definida, a corto y largo plazo.

### 3.4.2. Los bosques y el desarrollo sustentable

Arias (2011) afirma que la sustentabilidad de los bosques y del medio ambiente es buena para promover el crecimiento a largo plazo de los países que la implementan. Al respecto, los países amazónicos que poseen una gran riqueza de recursos naturales, seguirán interesados en extraer parte de sus recursos naturales, si esto les permite incrementar su capital de productos transformados o con valor agregado (López 2000).

El Banco Mundial <sup>25</sup> (2006) estima la contribución del valor per cápita del capital natural a la riqueza total de los países ubicados en la cuenca amazónica. Los mayores aportes de los activos ambientales a la riqueza total, se presentan en Guyana y Venezuela, con 65 y 60 por ciento, respectivamente. En contraposición, los menores aportes se producen Brasil y Perú, con 8 y 9 por ciento, respectivamente. Es necesario precisar que estas cifras están basadas en activos del subsuelo (petróleo, gas), madera, recursos forestales no madereros, tierra para cultivos, pastos y áreas protegidas.

Por otro lado, promover la conversión de los bosques en tierras para la agricultura podría generar importantes pérdidas en recursos naturales, promoviendo reducido crecimiento económico. Algunos países de América Central han reportado altos niveles de pérdida forestal, que produce altas pérdidas económicas debido a la erosión del suelo y al creciente riesgo de desastres naturales (deslizamientos e inundaciones) (Nepstad *et al.* 2006).

### 3.4.3. La valoración del bosque y de sus usos

Según IUCN (2004) no es suficiente saber que los ecosistemas son valiosos, también tenemos que saber lo valiosos que son, y cómo ese valor se ve afectado por diferentes formas de gestión.

Para Atkinson *et al* (2012) y Hein (2007), los estudios de valoración requieren un enfoque multidisciplinario que incluya a economistas, ecólogos, hidrólogos, sociólogos, etc., dependiendo de las funciones y entorno ambiental a ser estudiado. Al respecto, Fisher y Turner (2008) mencionan la necesidad de integrar a la economía con muchos campos de estudio de la biología y filosofía.

---

<sup>25</sup> El Banco Mundial, abreviado como BM (en inglés; *WB World Bank*), es uno de los organismos especializados del sistema de las Naciones Unidas, que se define como una fuente de asistencia financiera y técnica para los llamados países en desarrollo. Su propósito declarado es reducir la pobreza mediante préstamos de bajo interés, créditos sin intereses a nivel bancario y apoyos económicos a las naciones en desarrollo. Está integrado por 188 países miembros. Fue creado en 1944 y tiene su sede en Columbia (Estados Unidos).

La definición del valor económico de los bosques ha cambiado lentamente desde la introducción del concepto de Valor Económico Total (VET) (Pearce, 1994), y el cual se ha convertido en uno de los esquemas mayormente utilizados para identificar y categorizar los beneficios de los bosques. El VET considera todas las características del bosque como un sistema integrado, como sus fuentes de existencias o activos, los flujos de los servicios ambientales y los atributos de los ecosistemas en conjunto.

El valor económico de los bosques se origina en los bienes y servicios que este brinda a la sociedad (Jaramillo y Zaruma, 2002). Existen valores de uso a su vez compuestos por usos directos y usos indirectos, así como los valores de no-uso, compuestos a su vez por valores de opción y valores de existencia. Es por ello que en la Tabla 5 se puede apreciar una tipología de los usos de los valores forestales.

Tabla 5. Tipología de los Usos de los Valores Forestales.

CONTEXTO	TIPOS DE VALORES
1 Demostrar la importancia de la conservación y el uso sostenible de los bosques: crear conciencia.	Todas las nociones de valor moral, espiritual, cultural, estético, económico, ecológico.
2 Determinar los daños y perjuicios por la pérdida de bosques en regímenes de responsabilidad.	Enfoques económicos más relevantes a partir de las estimaciones monetarias de daño que podría constituir una responsabilidad.
3 Revisar que las cuentas nacionales reflejen los valores de bienes y servicios forestales.	a). Todas las cuentas nacionales requieren un enfoque económico. b). Los indicadores físicos como por ejemplo las hectáreas perdidas o ganadas, son adecuadas para las cuentas anexas.
4 Decisiones sobre el uso de la tierra como por ejemplo:  - Estimular la conservación, forestería sostenible, agroforestería preferible a otros usos de la tierra (por ejemplo: agricultura).  - Fijar prioridades para las áreas forestales protegidas.	Las técnicas multicriterio, costo-efectivos y costo-beneficios son todas relevantes. Implica la noción de costo de medidas políticas y alguna medida de efectividad (por ejemplo: diversidad biológica, valor de resultados).  Las técnicas multicriterio pueden incluir valores espirituales, culturales, etc. Pero esto eleva los problemas de la perceptibilidad y la compensación contra otros valores.
5 Limitar las invasiones biológicas en los bosques	Procedimiento costo-efectivos: costo de medidas necesarias comparadas con la conservación esperada de la diversidad.
6 Alentar la eco-certificación de productos forestales	El enfoque económico compararía los costos de la certificación con la disposición a pagar por productos certificados.
Esta tabla muestra que la valoración económica puede tener diferentes usos, pero los indicadores no económicos físicos también son útiles.	

Fuente: SCBD (2001)

De igual forma, en la Tabla 6 se presentan los valores y técnicas/métodos de valoración económica de bosques más utilizados.

Tabla 6. Valores medidos y técnicas / métodos de valoración.

VALORES MEDIDOS	TÉCNICAS / MÉTODOS	EJEMPLOS
<b>PRECIOS DIRECTOS DE MERCADO:</b> Maderables y no maderables.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de mercado: uso de estadísticas.</li> <li>- Observación directa.</li> <li>- Mercados experimentales.</li> </ul>	Precios establecidos en los mercados para mercancías y servicios de bosques.
<b>PRECIOS DE MERCADO SUBROGADOS</b>	Varias técnicas usadas para inferir valor a partir de los precios de mercado para otras mercancías y servicios.	
Valores residuales	Uso de precios de mercado para mercancías finales e insumos intermedios, menos los costos de producción y alguna medida de beneficios del productor, para llegar al valor residual que puede ser asignado al recurso, etc.	El valor de la madera en pie se deriva sustrayendo de los precios de mercado para la madera aserrada todos los costos de producción, a través del procesamiento y la venta. Usando a menudo para evaluar los valores en pie.
El valor de la producción se incrementa como medida mínima del valor de algún insumo.	Uso de los precios de mercado para el incremento de producción para proveer una medida aproximada del valor de un insumo o un conjunto de insumos.	El valor de mercado incrementado de la cosecha sobre el que hubiera tenido sin un cortaviento, da como resultado un mínimo de valor bruto del cortaviento. De éste se sustraen los costos para obtener el valor neto.
Precios subrogados y medida de costos de sustitución o de costos evitados.	Uso de precios de mercado para un sustituto cercano, como medida de valor para una mercancía o servicio del que no se dispone de precio. Ambos son convertidos a un denominador común, ejemplo: valor de corte, valor de protección.	El máximo valor de la leña en un mercado nuevo, se estima sobre la base del valor de los combustibles alternativos, como por ejemplo: kerosene, después de ajustar el valor calórico de ambos combustibles. El valor máximo de un programa de gestión de cuencas centrado solamente en la contención del sedimento de un embalse aguas abajo, es igual al costo de mercado alternativo del dragado del embalse que hubiera sido necesario sin el programa de gestión de la cuenca.
Costo de oportunidad	Uso de los precios de mercado como mejor alternativa para disponer de alguna medida del valor mínimo de una mercancía o servicio. Esto es esencialmente una medida de costo usada para obtener un valor mínimo para un beneficio.	El valor mínimo de un parque natura es estimado sobre la base de precio de mercado de las mercancías y servicios a los que se renuncia, como por ejemplo: la madera, los minerales y las pasturas.
Precios hedónicos	<p>Uso de la diferencia de valor de mercado entre dos artículos similares que solo difieren en una característica, como medida del valor de esta características.</p> <p>El precio de un producto representa los precios de los diferentes atributos.</p>	<p>La diferencia de valor de mercado para dos bosques recreativos que son similares, excepto en que uno de ellos es atravesado por un río, lo que implica que debe reflejarse el valor estético y recreativo del mismo.</p> <p>El precio de una habitación con vista al mar es mayor que el de una con vista a un patio de luz. El valor del paisaje es el que se desea capturar con este método.</p>
Diferencia en costos de viaje como medida de valor de un área, instalación u actividad. Estimación del valor de uso recreativo de un área.	<p>El método de evaluación de los costos de viaje, usando medidas per capita de participación entre diferentes zonas de distancia para derivar estimaciones del valor de un área, instalación o actividad.</p> <p>Uso de la información de los gastos totales incurridos para visitar un sitio para poder trazar la curva de demanda de este sitio.</p>	Las diferencias en los costos de viajes para diferentes usuarios de una reserva natural son usadas como medida del valor del turismo basado en la naturaleza.
<b>ESTIMACIÓN DE VALORES HIPOTÉTICOS</b> (percepción de los valores por el público)	Las técnicas de valuación contingente o estudios sobre la disposición al pago por un evento, área, instalación o actividad (una medida del valor de uso)	El valor de un cambio en una población silvestre es inferido de un estudio sobre la voluntad de la gente a pagar para salvar esa población.

*Fuente: Gregersen et al (1997).*

En una recopilación de estudios sobre el valor de los bosques tropicales, Arias (2011) afirma que han sido enfocados en sitios particulares o tipos específicos de sitios; reportando algunos ejemplos, tales como:

- El estudio donde calcula el VET para los bosques de México en US\$ 4000 millones al año (Adger *et al.*, 1995 citado por Arias, 2011);
- El servicio ambiental de protección de cuencas, en los andes de Ecuador, el cual tiene un valor presente neto entre US\$ 11 y 15 millones solamente para el sistema hidroeléctrico (Emerton, 2003 citado por Arias, 2011);

- La comparación de los valores de utilización del bosque de Mishana, Nanay (Perú), que muestran un valor presente neto de conservación cercano a US\$ 7000/ha, mucho mayor que los ingresos provenientes de la extracción forestal, plantaciones o actividades ganaderas (Peters *et al*, 1989 citado por Arias, 2011);
- En la cuenca alta del río Napo (Ecuador) donde la producción de productos no maderables alcanzó un valor entre US\$ 1250 a 2850 mucho mayor que el valor de la agricultura (US\$ 500), extracción de madera (US\$ 200) o ganadería (entre US\$ 57 a 287) (Grimes *et al*, 1994 citado por Arias, 2011).

Al respecto, para Shone y Caviglia-Harris (2006) la política medioambiental no solo debe referirse al valor de extracción de productos maderables del bosque, sino también considerar a los productos no maderables, que a menudo son más rentables. Los mismos autores afirman que los hogares con mayores niveles de educación en la Amazonía, están optando por especializarse en la producción de unos pocos productos, en lugar de diversificar sus carteras de producción.

Para Adepoju y Salau (2007), los productos no maderables del bosque también constituyen un componente fundamental de la seguridad alimentaria y una importante fuente de ingresos para los pobres en muchos países en vías de desarrollo.

Malky (2007), en el Bosque Chiquitano (Bolivia) compara el valor del recurso bosque con actividad agronómicas como es la producción de soya, donde el recurso bosque es superior (VPN de US\$ 696,7/ha), el mismo escenario pero incorporando incrementos en los flujos turísticos (VPN de US\$ 759,2 /ha).

Finalmente, Pagiola *et al* (2004) afirman que los estudios de valoración han aumentado considerablemente nuestro conocimiento del valor de los ecosistemas. Sin embargo, su utilidad se ha debilitado, por una falta de enmarcarlos adecuadamente a fin de abordar la cuestión específica de interés. Desafortunadamente, defensores ambientalistas, el gobierno, empresarios y la sociedad civil se han aprovechado de muchos estudios de valoración con débiles resultados, utilizándolos de manera indiscriminada, y a menudo inapropiada.

## Capítulo 4. Metodología para valoración ambiental.

En el presente capítulo se realiza una descripción de las metodologías aplicadas en la valorización de los bienes y servicios ambientales en Ucayali. En primer lugar, se introducen los fundamentos teóricos de la valoración económica del medio ambiente, tales como: diseño de la investigación, instrumentos de colecta y análisis, tasas de descuento, entre otros. Seguidamente, se analizan detalladamente los métodos específicos de valoración empleados para obtener los valores de uso directo (aprovechamiento forestal maderable y productos de fauna silvestre) y de uso indirecto (turismo e inventario de carbono).

### 4.1. Tipo de investigación

#### 4.1.1. Gabinete

- Recopilación de información estadística relacionada con el aprovechamiento de recursos naturales en el bosque húmedo peruano: caso Región Ucayali.
- Recopilación de información estadística relacionada con las Concesiones Forestales en la Región Ucayali.

#### 4.1.2. Campo

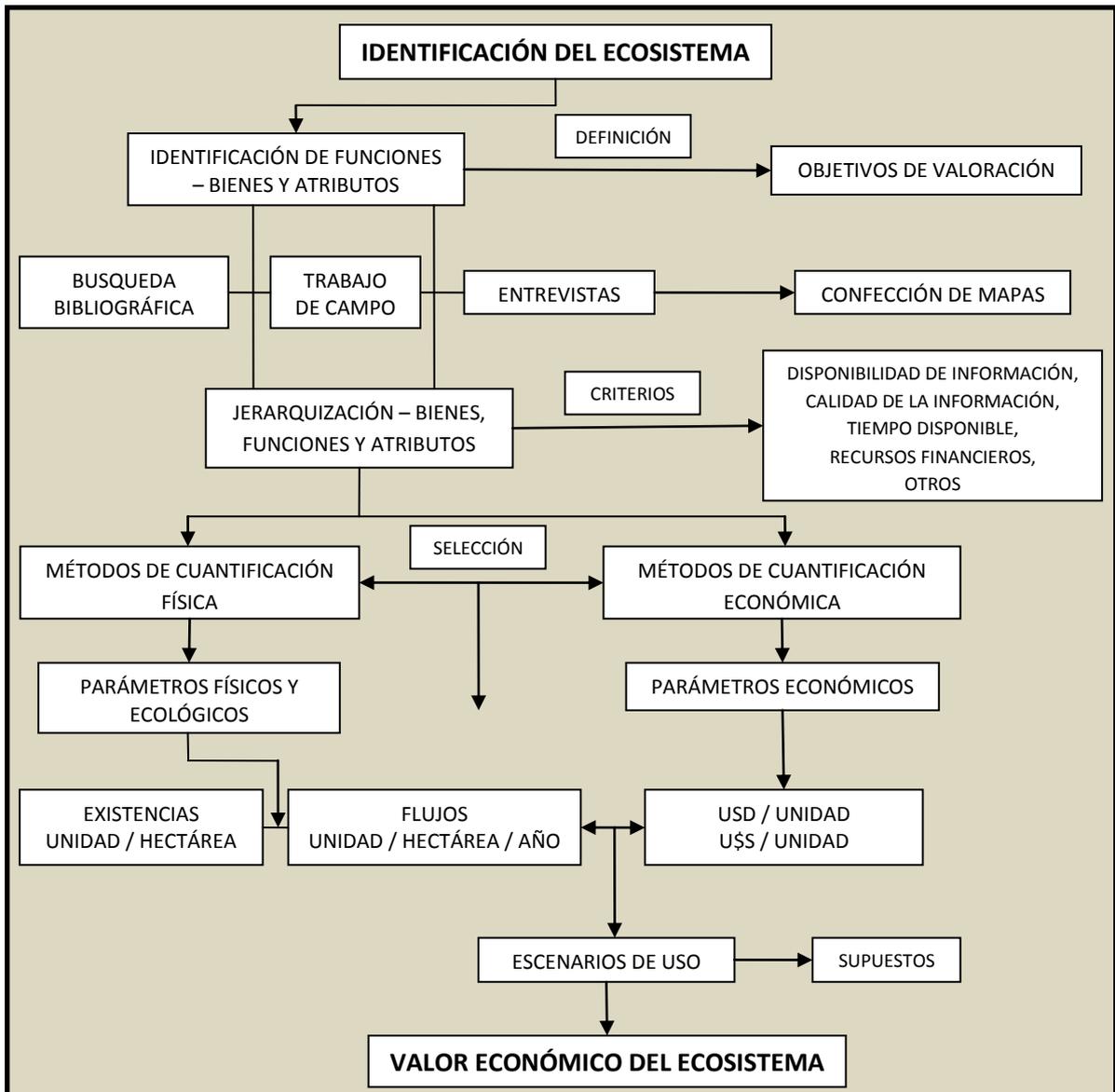
- Realización de encuestas (Anexo 1) entre los diferentes usuarios del bosque húmedo peruano: Caso Región Ucayali.
- Realización de inventario en parcelas del Bosque “Macuya” para estimación biomasa.

### 4.2. Diseño de investigación

En la Figura 10 se presenta el esquema metodológico que se utilizará para valorar económicamente el ecosistema bosque tropical.

Esta se divide en cuatro etapas o fases que son:

- 1) Identificación de bienes, funciones y atributos del ecosistema
- 2) Jerarquización de bienes, funciones y atributos potencialmente valorables
- 3) Selección de métodos de cuantificación física y económica
- 4) Valoración económica del ecosistema



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Metodología de Valoración Económica de un Bosque Tropical.

#### 4.3. El valor económico total

La definición del valor económico de los bosques ha cambiado lentamente desde la introducción del concepto de valor económico total (VET, Pearce 1993), y el cual se ha convertido en uno de los esquemas mayormente utilizados para identificar y categorizar los beneficios de los bosques. El VET considera todas las características del bosque como un sistema integrado, como sus fuentes de existencias o activos, los flujos de los servicios ambientales y los atributos de los ecosistemas en conjunto.

El valor económico total (VET) en un bosque tropical está compuesto por valores que se determinan a través del mercado (VU: Valor de uso) y por otros valores asociados con los servicios ambientales que brindan los bosques (VNU: Valor de no uso) (Pearce, 1993). Debido a que los VNU no son susceptibles de ser transados y valorados a través del mercado, no se disponen de indicadores del valor que sean observables y por tanto no existen indicadores de mercados que permitan su adecuada estimación. Para el presente estudio, el VET se igualará con el VU constituyéndose en un valor económico total mínimo para los bosques de la región Ucayali.

$$VET = VU = VUD + VUI$$

Para el valor de uso directo, que corresponde al caso del recurso maderable y productos diferentes a la madera como la fauna silvestre, se utilizará el método de precio de mercado, por medio de estadísticas y observación directa de los precios de estos productos.

Según Adepoju y Salau (2007) y Atkinson *et al* (2012), en muchos estudios se han valorizado productos forestales no maderables utilizando directamente el precio de mercado, para estimar el ingreso de las comunidades. Debemos tener en cuenta, que la valoración financiera empleando los precios de mercado no considera los costes implicados en la producción y distribución de Productos forestales no maderables (costo de mano de obra y transporte).

Al respecto, Carpenter *et al* (2009) afirman que la principal razón de la disminución de los servicios de un ecosistema es porque sus verdaderos valores no son considerados en la toma de decisiones económicas. Para estos autores, la mayor parte de las decisiones están basadas en precios de mercado, pero para muchos servicios del ecosistema no existen mercados; de tal manera, los responsables de la toma de decisiones no disponen de indicadores claros para valorizar adecuadamente los servicios ambientales.

Por lo tanto, el precio de los productos forestales no maderables cosechados directamente del bosque determina su valor. Cuando estos productos y servicios no son directamente negociados en el mercado, su valor puede derivarse de su participación en otros procesos de producción o su impacto en los precios de otras materias primas. El valor de productos forestales no maderables también podría ser valorado, por lo que la gente está dispuesta a pagar por las mercancías y servicios, o su disposición a aceptar una compensación por su pérdida (Adepoju y Salau, 2007).

Para el valor de uso indirecto, que corresponde a las funciones ambientales importantes como turismo y la reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal (deforestación evitada).

$$VET = V(Madera) + V(fauna) + V(turismo) + V(deforestación - evitada)$$

El criterio que se utilizará para realizar la actualización de flujos, está relacionado con la evaluación financiera, la cual constituye uno de los tipos de evaluación privada que suelen realizarse dentro del esquema del Análisis Costo-Beneficio (ACB). El criterio que será utilizado para identificar el uso más eficiente y adecuado del recurso bosque será el Valor Presente Neto (VPN), que es una herramienta práctica que sirve para medir el cambio absoluto de la riqueza en el tiempo.

El VPN de un flujo futuro de beneficios netos se define algebraicamente de la siguiente manera:

$$VPN = (B_0 - C_0)/(1+r)^0 + (B_1 - C_1)/(1+r)^1 + (B_2 - C_2)/(1+r)^2 + \dots + (B_n - C_n)/(1+r)^n$$

Donde:  $B_t$  es el beneficio bruto en el año  $t$ ;  $C_t$  es el costo total en el año  $t$ ;  $r$  es la tasa de descuento;  $(1+r)^t$  es el factor de descuento para el año  $t$  y  $n$  es el período de vida o número de años considerados.

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

Con la obtención del VPN será posible estimar los atractivos económicos presentes e incentivos para desarrollar diferentes alternativas de utilización del bosque y, en función a ello deducir el posible comportamiento de la cobertura boscosa en el futuro.

#### 4.4. Población y muestra

##### 4.4.1. Población

Para la delimitación de bosque húmedo peruano, se decidió elegir la clasificación por ecorregiones propuesta por Olson *et al.* (2001), y la delimitación de la Ecorregión de Yungas

Peruanas del Proyecto GF/1010-0014, tal clasificación es bastante usada para propósitos de la conservación (Figura 11).

Debido a la amplia gradiente altitudinal existente, y la obvia correlación entre el emplazamiento altitudinal y las características ecológicas, se optó por distinguir tres espacios ecológicos-altitudinales: Llanura aluvial, Pre-montano, Montano (Antón y Reynel, 2004),

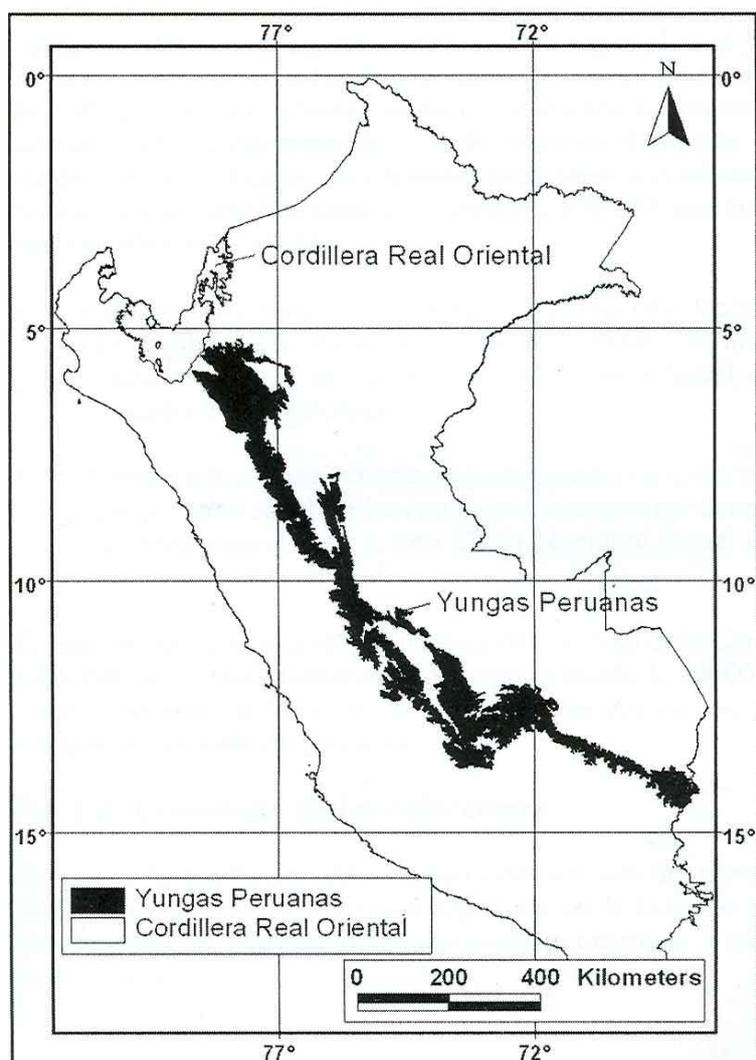


Figura 11. Mapa del límite occidental del bosque húmedo del Perú según la clasificación por Ecorregiones (Olson *et al.*, 2001). Donde el Límite Occidental corresponde al extremo oeste de la Cordillera Real Oriental y las Yungas Peruanas.

#### 4.4.2. Muestra

Como muestra se eligió a la Región Ucayali (Figura 12) por ser una de las áreas representativas del bosque húmedo peruano, de fácil acceso y con conocimientos previos de la zona.

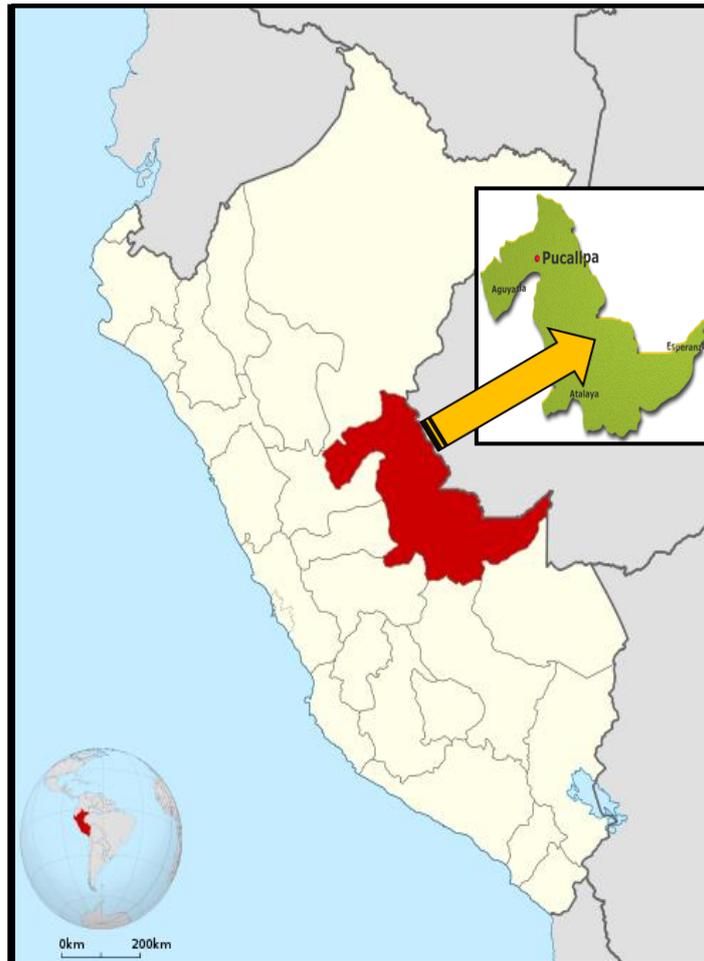


Figura 12. Mapa de Ubicación de la Región Ucayali (Perú).

#### 4.5. Instrumento de colecta y análisis

##### 4.5.1. Instrumento de colector de datos

###### a. Recopilación

De estadísticas relacionadas con el aprovechamiento de recursos naturales en los bosques húmedos peruanos.

###### b. Encuestas

Diseño de encuestas para determinar la producción de fauna silvestre basado en precios de mercado en la Región Ucayali.

Al respecto, Christie *et al* (2006) afirman que las conclusiones extraídas del público a través de encuestas tiene valores positivos para la biodiversidad; debido a que, en un mundo de recursos escasos y demandas en conflicto, algo de información sobre las preferencias del público para la conservación de la biodiversidad, es mejor que no tener información.

#### 4.5.2. Instrumento de análisis de datos

- a. Hojas de cálculo.
- b. Programa estadístico para el procesamiento de información.

#### 4.6. Métodos de valoración ambiental (Tabla 7)

##### 4.6.1. Costos de Oportunidad

Villarreal (2008) afirma que un costo no implica solamente el desembolso monetario para realizar algún pago, sino también es el no recibir algún beneficio. A estos tipos de costos se les denomina como costos de oportunidad.

Tabla 7. Debilidades principales de cada una de las técnicas y métodos de valoración empleados en bosques.

TÉCNICAS/MÉTODOS	DEBILIDADES PRINCIPALES
<b>A. Precios directos de mercado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudios de mercado</li> <li>- Observación directa</li> <li>- Mercados experimentales</li> </ul>	<p>Por lo general lo que se realiza son estudios por separado, ya sea de oferta o de demanda. Son estudios caros, si la muestra analizada es significativa. En muchos casos la información, a partir de la cual se deducen los resultados, son insuficientes.</p> <p>Dentro de la teoría subjetiva del valor, este método es válido ya que el precio refleja el valor.</p> <p>En muchos casos estos mercados no reflejan el precio de equilibrio, que se mantendría estable en un mercado de largo plazo.</p>
<b>B. Precios de mercado subrogados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valores residuales</li> <li>- Uso de los precios de mercado para el incremento de producción para proveer una medida aproximada del valor de un insumo o un conjunto de insumos.</li> <li>- Precios subrogados como medida de valor de una mercancía o servicio.</li> </ul>	<p>No siempre existen sustitutos</p> <p>El método elude la consideración de las economías de escala. Además de su aplicación directa surge como problema el desconocer las tasas de beneficios de los distintos agentes económicos que intervienen en la extracción, el procesamiento y la comercialización.</p> <p>El valor de la producción puede verse afectado en forma más que proporcional, menos que proporcional o proporcionalmente por la incorporación de un insumo. La aplicación de este método yendo desde el resultado final hacia el origen encuentra la dificultad de los rendimientos marginales a escala.</p> <p>La condición de única de cada parte del ecosistema bosque y de los productos y servicios comercializables, hacen que al evaluar a través de bienes sustitutos sus valores se puedan obtener con una idea aproximada del mismo. Es de dudosa validez estimar el valor de un ecosistema en su conjunto, a través de la suma de los valores obtenidos por la comercialización de sus partes. La suma del valor de las partes difícilmente representa el valor del conjunto.</p> <p>Si se conociera el potencial total del bosque se podrían obtener resultados muy acertados al aplicar este método.</p>
<b>C. Método de precios hedónicos</b>	<p>La contribución marginal al valor del conjunto por el valor agregado o sustracción de un atributo o característica puede ser medida, dentro de la teoría subjetiva del valor, en el caso de haber un mercado para el bien. En el caso de la valoración de los ecosistemas boscosos, la adición o sustracción de una característica puede cambiar radicalmente el objeto de análisis.</p> <p>El precio de mercado del atributo o del conjunto no refleja los valores de legado, opción, etc.</p> <p>Aplicar este método es la mejor forma de negar las relaciones de conjunto del objeto analizado.</p>
<b>D. Método del costo del viaje</b>	<p>La preferencia individual expresada a través de este método no refleja los niveles de educación ambiental de los encuestados ni los esfuerzos publicitarios realizados.</p> <p>Es difícil aceptar como medida del valor subjetiva de un sitio, el costo de llegar al mismo.</p> <p>Es difícil de aplicar en un viaje a múltiples sitios.</p>
<b>E. Valuación contingente</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidad al pago (DAP) y disponibilidad a aceptar (DAA)</li> <li>- Ranqueo de preferencias (contingent ranking)</li> </ul>	<p>Es llamativo ver que los estratos sociales de mayores niveles de ingreso no son los que declaran una mayor DAP.</p> <p>Se debe destacar la diferencia entre la DAP teórica y el momento en que el pago es efectivamente solicitado.</p> <p>Es importante tener claro el contexto en el cual es aplicable la DAP y en cual cabe analizar la disposición a aceptar (DAA) una compensación.</p> <p>Este método puede ser de utilidad para conocer las preferencias de grupos sociales rurales.</p> <p>Sin embargo, cuando se procura dar un valor monetario a esas preferencias, pueden incurrir que las escalas no monetaria y monetaria no se correspondan entre sí.</p>
<b>F. Función de producción</b>	<p>Su aplicación es recomendada para la valoración de servicios ambientales con relación a cuencas hídricas, erosión, sedimentación, etc.</p> <p>Sin embargo, para emplearlo con prudencia es esencial establecer, con la mayor precisión que sea posible, la base física de la relación entre el bosque y el servicio ambiental valorado.</p>

*Fuente: Uribe et al (2002)*

La deforestación, a pesar de todos sus impactos negativos, también puede generar beneficios económicos. La madera puede utilizarse para la construcción y las tierras desmontadas pueden utilizarse para cultivos o pastizales. El hecho de reducir la deforestación e impedir el cambio en el uso del suelo implica renunciar a estos beneficios. Del mismo modo la degradación de bosques también genera beneficios originados por la explotación forestal selectiva, la recolección de leña o el pastoreo de animales, por ejemplo. El hecho de evitar la degradación forestal implica renunciar a estos beneficios. El costo de los beneficios a los cuales se renuncia (neto de cualquier beneficio generado por la conservación del bosque) se denomina “costo de oportunidad” y puede constituir la categoría de costos más importante que asumiría un país al reducir su tasa de pérdida de bosques (White y Minang, 2011).

#### 4.6.2. La Evaluación Económica y Social

##### 4.6.2.1. La Tasa de Descuento

La elección de la tasa de descuento apropiada es una decisión importante, en la medida que una alta tasa de descuento reduce a cero el valor presente de beneficios y costos que ocurren en muchos años más en el futuro.

La tasa de descuento indica el costo de oportunidad que tiene el capital o la rentabilidad a la cual se renuncia por invertir en un proyecto específico. Se utiliza para actualizar los flujos de ingresos y costos futuros con el fin de expresar el valor monetario de esos flujos en moneda de un periodo determinado ([http://www.ecofinanzas.com/diccionario/T/TASA\\_DE\\_DESCUENTO.htm](http://www.ecofinanzas.com/diccionario/T/TASA_DE_DESCUENTO.htm)).

En el presente estudio se planea utilizar el descuento convencional, para lo cual se trabajará con tres tipos de tasas:

➤ Tasa de descuento ambiental (MEF, 2012)

El mayor deterioro ambiental y la creciente escasez de los recursos naturales han llevado a una mayor consideración por la elección de la tasa de descuento utilizada en proyectos que generan impactos sobre el medio ambiente. Para proyectos de servicios ambientales de reducción o mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero la Tasa de Descuento es 4%.

➤ Tasa de Social de Descuento (MEF, 2012)

La Tasa Social de Descuento (TSD) representa el costo en que incurre la sociedad cuando el sector público extrae recursos de la economía para financiar sus proyectos. La Tasa Social de Descuento General es equivalente a 10%.

➤ Tasa de interés

Se consideró una tasa de descuento en función a la tasa de interés promedio del sistema bancario, en función de las categorías de organizaciones y empresas más frecuentes en la región Ucayali.

En Ucayali, el 14 y 84% de las organizaciones son pequeñas y microempresas, respectivamente (Dirección Regional de Industria, Turismo y Negociaciones Comerciales Internacionales, 2011). Según la Tabla 8, la tasa de interés promedio del sistema bancario en moneda extranjera para pequeñas y microempresas está entre 14.68 y 18.02 %, respectivamente.

Al respecto, la tasa de interés bancario agrega factores de riesgo que la hacen más alta que la tasa de descuento. Por lo cual, considerar una tasa privada del 15% es representativa y conservadora para la región Ucayali.

Tabla 8. Tasa de Interés Promedio del Sistema Bancario del Perú (2011-2014) según Categoría.

Categoría	2011		2012		2013		2014		Promedios	
	Moneda Nacional	Moneda Extranjera								
Corporativos	6.08%	2.99%	5.98%	3.96%	5.49%	3.44%	5.88%	1.90%	5.86%	3.07%
Grandes Empresas	8.09%	5.36%	7.30%	5.84%	7.20%	6.18%	7.69%	5.07%	7.57%	5.61%
Medianas Empresas	11.02%	9.33%	11.08%	8.84%	10.68%	9.13%	10.83%	8.60%	10.90%	8.98%
Pequeñas Empresas	23.80%	15.98%	22.91%	14.96%	21.57%	14.50%	21.06%	13.27%	22.34%	14.68%
Microempresas	30.99%	16.05%	33.03%	20.23%	30.43%	16.05%	32.21%	19.73%	31.67%	18.02%
Consumo	39.08%	21.79%	36.44%	22.45%	41.93%	24.83%	43.40%	26.64%	40.21%	23.93%
Hipotecarios	9.56%	8.42%	9.31%	7.96%	9.03%	8.36%	9.30%	7.72%	9.30%	8.12%

*Fuente: Superintendencia de Banca, Seguros y AFP's (<http://www.sbs.gob.pe>)*

#### 4.6.2.2. El Análisis Costo - Beneficio

Kettunen y Ten Brink (2006) afirman que la distribución de costos y beneficios es también parcial entre las diferentes partes interesadas. Adicionalmente, los beneficios se obtienen generalmente en un nivel privado, mientras que los costos son a menudo de carácter más social y público. Por lo tanto, es crucial que las decisiones que afectan a los ecosistemas y sus propiedades sean tomadas en forma integrada e multisectorial.

Según Pagiola *et al* (2004), en las decisiones sobre el medio ambiente, la información de los costos y beneficios es cada vez más importante para asegurar resultados eficientes, equitativos y sostenibles. La valoración puede desempeñar un importante papel en el suministro de dicha información, siempre y cuando se utilice correctamente.

El análisis económico no debe ser la justificación para la toma de decisiones de conservación. Se decide conservar sobre una base amplia de otros criterios (culturales, ética y razones históricas) (Pagiola *et al*, 2004).

#### 4.7. Procedimientos para obtener los valores de uso directo (VUD) y valores de uso indirecto (VUI).

En el caso de Concesiones Forestales en la Región Ucayali (Anexo 2), se recopilará información relacionada con: volúmenes autorizados y aprovechados, planes generales de manejo, planes operativos anuales, entre otros.

Los bienes y servicios identificados en las concesiones en estudios son: madera, fauna silvestre, turismo y esto no es un servicio ambiental: es un instrumento de gestión.

##### 4.7.1. Aprovechamiento forestal maderable (VUD)

En el presente trabajo se considerará como bien ambiental el producto madera en troza extraída del bosque para la venta a los aserraderos. En ese sentido, los ingresos por hectárea de este producto serán calculados, considerando el precio de la madera aserrada en la ciudad de Pucallpa (Ucayali), con el objeto de conocer el ingreso neto por hectárea de aprovechamiento forestal maderable por cada hectárea.

La superficie por año se corresponde a información registrada por la Dirección Ejecutiva Forestal y Fauna Silvestre - Ucayali (Perú), que es la institución que registra la información estadística reportada por cada una de las concesiones forestales otorgadas en la región Ucayali. Los volúmenes de madera aserrada y rolliza, fueron reportados por "Síntesis Económica de Ucayali del Departamento de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva" (*Disponibles en: <http://www.bcrp.gob.pe/proyeccion-institucional/sucursales/iqitos/ucayali.html>*), que es un boletín digital mensual que informa sobre los principales indicadores económicos de las diferentes actividades productivas en la región Ucayali.

En general, la explotación forestal maderera es selectiva, de baja intensidad y con poca atención al manejo. La intensidad de aprovechamiento forestal en los bosques húmedos tropicales de la Amazonía se estima en 5 a 10 metros cúbicos rollizos por hectárea.

El factor de conversión de madera rolliza <sup>26</sup> en aserrada indica el volumen de madera aserrada que puede obtenerse de un determinado volumen de madera rolliza. Para la región amazónica peruana, este factor depende de la especie y tecnología empleada en la transformación mecánica de la madera. En la presente investigación se ha considerado un factor de conversión de 0.6, que representa el promedio general que podría aplicarse a varias especies maderables.

El precio de madera aserrada por cada pie tablar <sup>27</sup> está relacionado con la especie. Para los años 2008 al 2012, el precio promedio está representado por estadísticas de comercialización de madera aserrada en la zona de estudio. Para el 2012, el precio fue determinado a través de una encuesta realizada en los principales puntos de comercialización de madera aserrada en la ciudad de Pucallpa.

En el análisis de costos variables, se han considerado aquellas actividades que deben ejecutarse antes del aprovechamiento forestal (construcción de vías y puentes, inventario forestal, adquisición de maquinarias y equipos, entre otros). Para los siguientes años (2008 al 2012), a partir de información de campo, se reportan los costos involucrados con la producción de madera aserrada a partir de madera rolliza.

En el caso de los costos fijos, se han considerado los derechos de aprovechamiento, gastos administrativos y salario de personal y beneficios sociales. El reporte de estos costos está relacionado con información de campo, registrada por la Dirección Ejecutiva Forestal y Fauna - Ucayali (Perú) y las diferentes empresas madereras en la zona de estudio.

La procedencia ilegal de la materia prima, los altos costos de producción, ausencia de valor agregado, ausencia de sistemas de gestión de calidad y nula innovación tecnológica, son determinantes para que las empresas maderas en Ucayali no sean sostenibles, ni competitivas.

#### 4.7.2. Productos de Fauna silvestre (VUD)

En la comercialización de fauna silvestre se consideró los siguientes productos: carne fresca y ahumada (en zona rural y urbana), animales vivos, huevos de tortuga y pieles de pecaríes ("Sajino": *Pecari tajacu* y "Huangana": *Tayassu pecari*). Para establecer la producción de derivados de la fauna silvestre, se elaboraron encuestas para determinar el aprovechamiento de fauna a ser comercializados en los principales centros de abastos de la Región Ucayali.

---

<sup>26</sup> La madera rolliza es la madera en rollo utilizada como tal, es decir, que no se elabora antes de su uso y que no se emplea como leña.

<sup>27</sup> El Pie Tablar es una unidad de medida del volumen empleada, en los Estados Unidos y Canadá, para la cubicación de la madera aserrada. Equivale al volumen contenido en un sólido de una pulgada de espesor por un pie de ancho y un pie de largo.

Para la estimación de la densidad poblacional (promedio de varias especies) se consideró la densidad promedio (en individuo por km<sup>2</sup>), reportada por Aquino *et al* (2007), de 18 especies de fauna silvestre amazónica.

En la estimación de individuos comercializados en la región Ucayali se consideró la cantidad de individuos por año que se comercializaron en Ucayali. La determinación de especímenes de fauna silvestre comercializados en Ucayali se realizó a partir de la estimación de los individuos que se aprovecharon para proveer de carne fresca y ahumada, y animales vivos, según los niveles de utilización reportados para la región en el estudio de Estrada (2012).

En relación a la superficie total intervenida se tomó en cuenta la cantidad de hectáreas necesarias para proveer de la fauna silvestre aprovechada en la región Ucayali por año. Este valor se calculó con la siguiente relación:

Donde: *STI* es la superficie total intervenida en hectáreas por año; *IC* son los especímenes comercializados en individuos por año; *DP* es la densidad poblacional en individuos por hectárea y *SIAHT* es la superficie intervenida para el aprovechamiento de huevos de tortuga en hectáreas por año (Soini, 1998).

$$STI = \frac{IC}{DP} + SIAHT$$

En el análisis de costos, se consideró la fauna comercializada en el mercado urbano (carne, huevos y animales vivos), zona rural (carne) y las pieles de pecaríes (calidad de exportación). Los precios promedios en la región Ucayali fueron estimados por Estrada (2012). En relación a pieles de pecaríes, se consideraron tasas de comercialización indicadas por Lleellish *et al* (2007), así como estadísticas del sector. Se consideró el precio de exportación reportado por piel de pecaríes.

En preciso señalar que, para el proceso de curtiembre, Lleellish *et al* (2007) afirma que se utilizan sustancias químicas importadas y nacionales. Los tintes alemanes se importan con mayor frecuencia. El mismo autor señala que el proceso de curtiembre dura 15 días y pasado este tiempo la piel esta apta para su exportación, siendo el costo aproximado de unos US\$ 7.00 por piel procesada.

#### 4.7.3. Turismo (VUI)

El análisis del turismo se realizó a través de encuestas y estadísticas del sector turismo reportadas por el Departamento de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva que

publica un boletín mensual con una Síntesis Económica de Ucayali. La Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo de Ucayali, a través del boletín económico del Banco Central de Reserva, registra arribos de turistas nacionales e internacionales a Ucayali, así como pernoctaciones, comparándolos con los mismos meses del año anterior. El mencionado boletín también señala la corriente turística receptiva, es decir, indica el origen de los visitantes nacionales e internacionales.

Para obtener el ingreso neto por hectárea turística, se tomarán en cuenta el número de días año por turista, su gasto diario y el número de turistas que visitan las zonas. También se tendrán en consideración información del Ministerio de Turismo, Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas <sup>28</sup> (SERNANP), Ministerio del Ambiente y del Gobierno Regional de Ucayali.

Con respecto a la superficie turística en la región Ucayali, se consideró un 10% de las concesiones forestales de la región. Se debe indicar que, en las áreas bajo la modalidad de concesiones forestal, por ley solo es posible utilizar hasta un máximo de 10 por ciento de la superficie para ecoturismo <sup>29</sup>.

El ingreso por turismo se determinó a través de la siguiente expresión:

$$IT = NT \times GT \times NDT$$

Donde: *IT* son los ingresos por turismo en USD por año; *NT* es el número turistas por año; *GT* es el gasto por turista en USD por día y *NDT* es el número de días al año por turista.

#### 4.7.4. Inventario de Carbono (VUI)

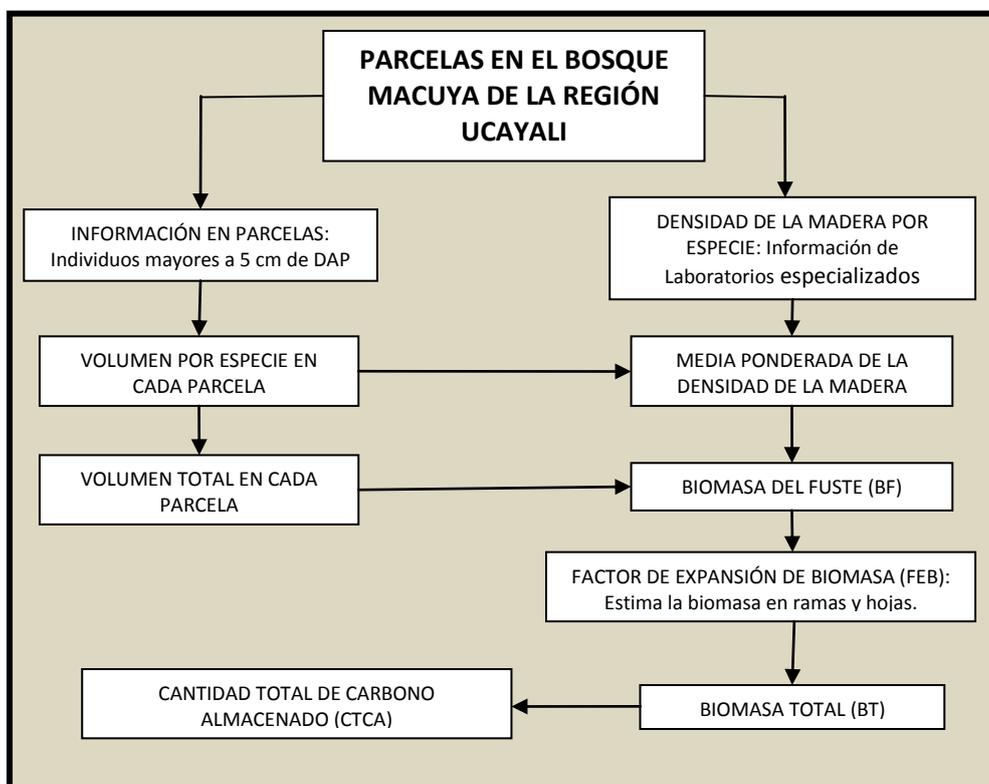
Dentro de los costos de transacción e implementación se han considerado: costo de preparación del proyecto y costo de validación o certificación. En ambos casos se han considerado precios de mercado según la superficie definida por año.

---

<sup>28</sup> El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), es un Organismo Público Técnico Especializado adscrito al Ministerio del Ambiente, a través del *Decreto Legislativo 1013 del 14 de mayo de 2008*, encargado de dirigir y establecer los criterios técnicos y administrativos para la conservación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), y de cautelar el mantenimiento de la diversidad biológica. El SERNANP es el ente rector del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), y en su calidad de autoridad técnico-normativa realiza su trabajo en coordinación con gobiernos regionales, locales y propietarios de predios reconocidos como áreas de conservación privada.

<sup>29</sup> "Aquella modalidad turística ambientalmente responsable consistente en viajar o visitar áreas naturales relativamente sin disturbar con el fin de disfrutar, apreciar y estudiar los atractivos naturales (paisaje, flora y fauna silvestres) de dichas áreas, así como cualquier manifestación cultural (del presente y del pasado) que puedan encontrarse ahí, a través de un proceso que promueve la conservación, tiene bajo impacto ambiental y cultural y propicia un involucramiento activo y socioeconómicamente beneficioso para las poblaciones locales" (Primera definición de ecoturismo: Arq. Héctor Ceballos-Lascuráin, 1983).

Para la estimación de la biomasa del bosque se utilizará la metodología sugerida por Brown (1997) (Figura 13), en la cual se desarrollan un conjunto de métodos para evaluar cada componente de los sistemas forestales: biomasa herbácea, biomasa leñosa, suelo y hojarasca.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 13. Esquema Metodológico utilizado para la estimación de la Biomasa Aérea o Biomasa por encima del suelo.

La información de biomasa por hectárea se obtendrá a través de la estimación de la biomasa en cinco (5) parcelas instaladas en el Bosque Macuya (Ucayali). Es necesario precisar que, el inventario de carbono es más completo que un inventario tradicional debido a que se deben considerar diferentes depósitos de carbono.

Al respecto, Marechal y Hecq (2006) afirman que hay muchos factores que limitan la capacidad del secuestro de los bosques. De este modo es muy difícil dar una estimación exacta de las toneladas totales secuestrados en un proyecto determinado.

Para la valoración de este servicio ambiental, se utilizará los métodos para estimar las emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) debidas a cambios en la biomasa, elaboradas en base a las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero 2007 (IPCC, 2007).

La densidad arbórea determina el tamaño de las parcelas, en sistemas muy densos es posible trabajar con parcelas pequeñas, mientras que en sistemas de baja densidad es indispensable emplear parcelas grandes (Tabla 9).

Tabla 9. Tamaño de parcelas para inventarios de carbono.

DENSIDAD ARBÓREA (N° de árboles/ha)	TAMAÑO DE PARCELA (m <sup>2</sup> )	APLICACIÓN
< 100	1000	Vegetación leñosa muy esparcida
100 - 400	670	Vegetación leñosa esparcida
140 - 250	500	Vegetación leñosa moderadamente esparcida
250 - 670	250	Vegetación leñosa moderadamente densa
> 700	100	Vegetación muy densa, rodales con gran número de tallo de diámetros pequeños, distribución uniforme de tallos grandes

*Fuente: Adaptado de MacDicken (1997)*

Estrada (2007), en un estudio de diversidad florística con transectos de 0.1 hectárea, estimó un promedio de 2 394 árboles por hectárea para el bosque “Macuya” (Tabla 10). Por lo cual, 100 m<sup>2</sup> se considera un tamaño adecuado de parcela para el inventario de carbono en el referido bosque (Tabla 9).

Tabla 10. Número de árboles por transecto de 0.1 ha en el bosque “Macuya”.

TRANSECTO	N° DE ÁRBOLES/0.1 ha			PROYECCIÓN DE N° DE ÁRBOLES/ha
	< 10 cm de DAP	> 10 cm de DAP	TOTAL	
MACUYA 1	160	62	222	2220
MACUYA 2	170	66	236	2360
MACUYA 3	166	115	281	2810
MACUYA 4	132	88	220	2200
MACUYA 5	159	79	238	2380
PROMEDIO				2394

*Fuente: Estrada (2007)*

Para el inventario de carbono en ecosistemas forestales de la región Ucayali, se instalaron cinco (5) parcelas circulares de muestreo en el Bosque “Macuya” con diámetro de 11.28 m y una superficie de 100 m<sup>2</sup> cada una.

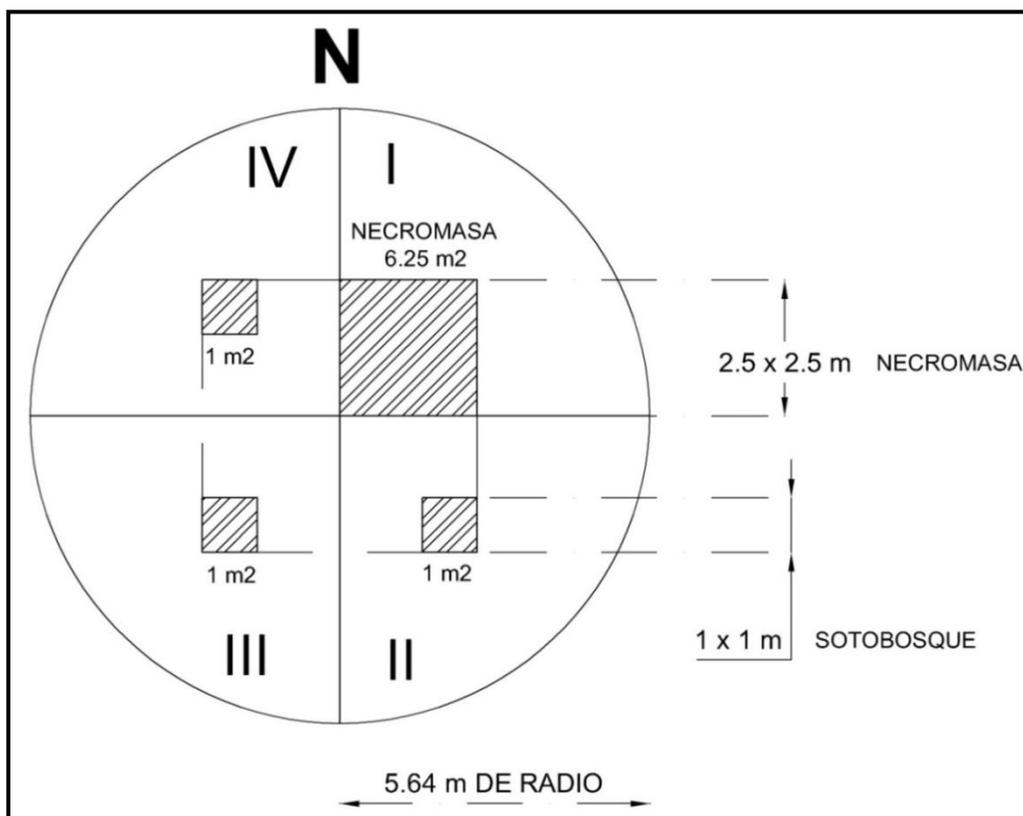
El procedimiento comprende el inventario de árboles, comenzando por el radio norte de la parcela y considerando la totalidad de árboles del primer cuadrante ( $\geq 5$  cm de diámetro a la

altura de pecho o DAP <sup>30</sup>). En los cuadrantes II, III y IV solo se incluirán los árboles con DAP  $\geq$  10 cm. Simultáneamente, se determinará el contenido de carbono en el sotobosque, la hojarasca, la necromasa y el suelo.

La Figura 14 representa el diseño de la parcela de inventario de carbono (Russo, 2009 y Schlegel *et al*, 2000).

Para el muestreo de sotobosque se levantan tres (3) subparcelas de 1 m<sup>2</sup> en los cuadrantes II, III y IV. Es recomendable localizarlas en el centro de cada cuadrante. Dentro de cada subparcela de sotobosque se miden tres categorías de biomasa (especies arbóreas y arbustos, palmeras y herbáceas).

Después de la medición del sotobosque, se pesa la hojarasca acumulada en las tres (3) subparcelas de 1 m<sup>2</sup>, en donde se mide el sotobosque. Se incluirá toda la biomasa de hojas, ramas y ramillas de hasta un diámetro de 10 cm.



*Fuente: elaboración propia*

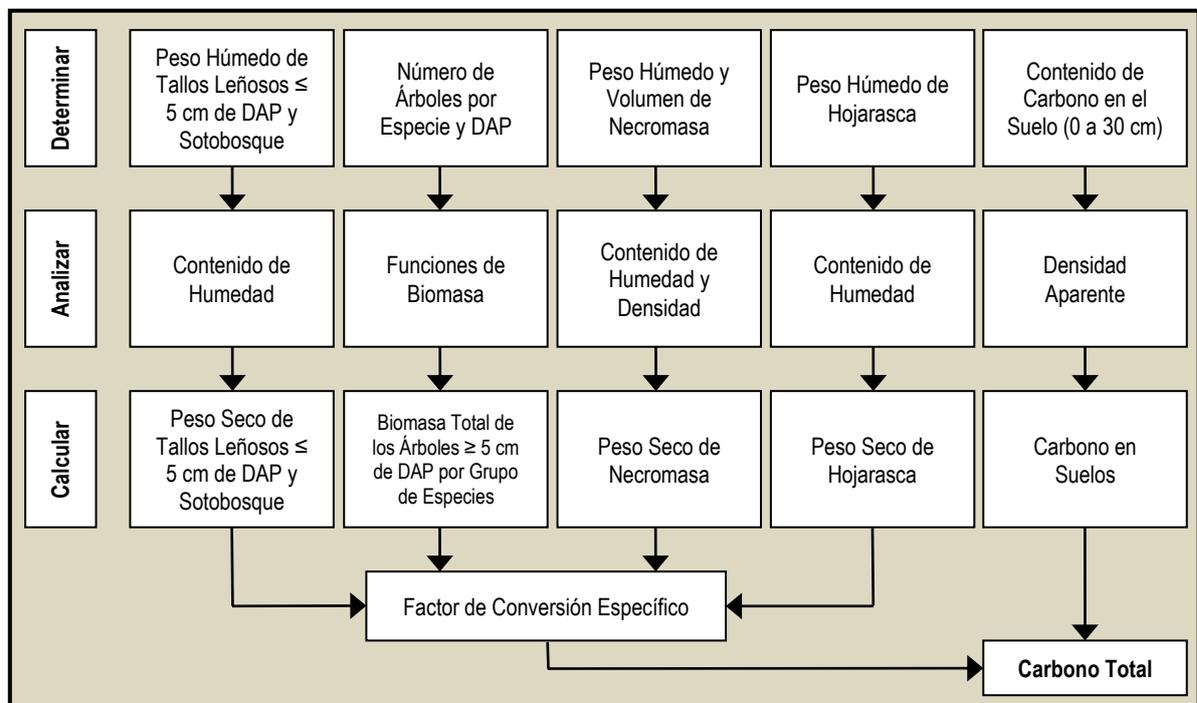
Figura 14. Diseño de la parcela circular de inventario de carbono de 400 m<sup>2</sup> con cuatro cuadrantes (I, II, III, IV) y subparcelas de medición de sotobosque, hojarasca y necromasa.

<sup>30</sup> El Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) es el diámetro del árbol que se mide con la corteza, a una altura de 1.3 metros sobre el terreno.

La materia muerta o necromasa se mide en una superficie cuadrada de 6.5 m<sup>2</sup>, ubicada en el primer cuadrante de la parcela de inventario de carbono. Se pesará todo el material muerto sobre el suelo que tenga un diámetro  $\geq 10$  cm (necromasa gruesa). La biomasa muerta se clasificará en tres categorías de descomposición: baja, intermedia y alta.

En el caso del suelo, se colecta una muestra del centro de cada parcela, realizando un hoyo de por lo menos 30 cm de profundidad. Según IPCC (2007), el cambio en el carbono orgánico del suelo debe ser medido a una profundidad de 30 cm, ya que el cambio de uso del suelo ejerce el mayor efecto en las capas superiores.

En el siguiente diagrama de flujo (Figura 15) se esquematizan las mediciones que se realizarán en los diferentes depósitos de carbono en el Bosque Macuya.



Fuente: Adaptado de MacDicken (1997)

Figura 15. Diagrama de flujo para calcular el carbono en los principales depósitos en ecosistemas forestales.

A partir de la información tomada en las parcelas se calculará la biomasa de los fustes, utilizando un factor de expansión de biomasa para estimar la biomasa en ramas y en hojas.

Donde:  $V_F$  es volumen de fuste en m<sup>3</sup>/árbol;  $DAP$  es el diámetro a la altura del pecho del árbol en m.;  $H_C$  es la altura comercial del árbol desde el suelo hasta la primera bifurcación o inicio de la copa en m. y  $F_F$  es el factor de forma o relación entre el volumen real del fuste y el volumen considerado como un cilindro perfecto.

$$V_F = \frac{\pi}{4} x (DAP)^2 x H_C x F_F$$

Se estimará la biomasa del fuste de cada árbol con la gravedad específica o densidad básica ( $G_E$ ) y el factor de expansión de biomasa ( $F_{EB}$ ) (relación entre biomasa total y biomasa de fuste).

Los valores de  $F_F$  y  $G_E$  para las especies se obtendrán de literatura especializada. Para las especies inventariadas con factor de forma y gravedad específica desconocida, se puede utilizar el  $F_F$  de 0.629 estimado por INEFAN <sup>31</sup> (1996) para las especies del bosque tropical húmedo del Noroccidente de Ecuador. Para la  $G_E$  se aplicará los valores promedios estimados a partir de las gravedades específicas de las especies encontradas en la zona, pero clasificadas de acuerdo a la resistencia de la madera al corte (alta, mediana y baja).

Donde:  $B_F$  es la biomasa del fuste en t masa seca /árbol;  $V_F$  es el volumen de fuste en m<sup>3</sup>/árbol y  $G_E$  es la gravedad específica o densidad básica de la madera en t/m<sup>3</sup>.

$$B_F = V_F x G_E$$

Donde:  $B_{TF}$  es la biomasa total del fuste en t masa seca /ha;  $B_A$  es la biomasa aérea en t masa seca /árbol y  $A$  es el área de la parcela de muestreo en m<sup>2</sup>. En la presente investigación se propone el establecimiento de cinco (5) parcelas temporales circulares de 100 m<sup>2</sup> cada una.

$$B_{TF} = \sum_{i=1}^n B_A x \frac{10,000}{A}$$

<sup>31</sup> INEFAN es el Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre. En 1999 se dispuso la fusión del INEFAN al Ministerio de Medio Ambiente.

La biomasa aérea total ( $B_{AT}$ ) se obtiene al multiplicar la  $B_{TF}$  por el factor de expansión de biomasa <sup>32</sup> ( $F_{EB}$ ) (Dauber *et al.*, 2000):

$$B_{AT} = B_{TF} \times F_{EB}$$

Para bosques donde el  $B_{TF}$  sea mayor o igual a 190 ton/ha, se utilizará el valor de  $F_{EB}$  de 1.74. En el caso de bosques en donde la biomasa total de fuste ( $B_{TF}$ ) sea menor a 190 t/ha, el valor del  $F_{EB}$  se obtendrá a partir de la ecuación de Brown (1997):

$$F_{EB} = \text{Exp}\{3.213 - 0.506 \times \text{Ln}(B_{TF})\}$$

El carbono almacenado en la biomasa aérea ( $C_{BA}$ ) en t/ha, es el resultado de multiplicar a la biomasa aérea total ( $B_{AT}$ ) por el factor 0.5 (Brown y Lugo, 1994). Es común utilizar un factor de 0.5 ya que la literatura indica que en promedio, la materia vegetal seca contiene un 50% de carbono.

$$C_{BA} = B_{AT} \times 0.5$$

Para el cálculo de la biomasa en tallos leñosos < 5 cm de DAP, sotobosque y hojarasca, se obtendrá el peso total húmedo ( $P_{HTB}$ ) en cada parcela de 1 m<sup>2</sup>. En el laboratorio se determinará el contenido de humedad de las muestras tomadas de cada componente.

Donde:  $B_{TLS}$  es la biomasa seca de tallos leñosos, sotobosque y hojarasca en toneladas;  $P_{HTB}$  es el peso húmedo total de la biomasa de tallos leñosos, sotobosque y hojarasca en toneladas y  $M_{TLS}$  es el contenido de humedad de la biomasa húmeda de tallos leñosos, sotobosque y hojarasca en %.

$$B_{TLS} = \frac{P_{HTB}}{1 + 0.01 \times M_{TLS}}$$

<sup>32</sup> El factor de expansión de biomasa se emplea para, a partir de la biomasa del fuste, estimar la biomasa en ramas y en hojas.

Los valores de  $B_{TLS}$  se multiplican por la proporción de carbono ponderada de cada componente. Los valores de carbono se expanden a la hectárea y se expresan en toneladas de carbono por hectárea.

Los sistemas radiculares representan la biomasa bajo el suelo y constituyen otro sumidero de carbono. En proyectos de fijación de carbono este componente es importante, ya que corresponde a entre un 10 y un 40% de la biomasa total (MacDiken, 1997).

Algunos valores de biomasa en bosques tropicales sugieren que la relación biomasa de raíces: biomasa aérea varía de 0.03 a 0.49; sin embargo, se podrían emplear valores más conservadores (0.10 a 0.15: según MacDiken, 1997).

Otros autores consideran las condiciones climáticas como un factor importante en esta relación; de esta forma, la biomasa de raíces representa el 10% de la biomasa sobre el suelo en áreas húmedas y cerca del 30% en áreas semiáridas (Dixon, 1995). Algunos modelos de biomasa podrían ser considerados como referencia (Tabla 11) (Kurz *et al.* 1996).

Tabla 11. Modelos alométricos para la estimación de biomasa de raíces.

ESPECIE	VARIABLE	MODELO
De madera suave	Biomasa de raíces	$BR = 0.231xBA$
De madera dura	Biomasa de raíces	$BR = e^{0.359}xBA^{0.639}$
Todas	Proporción de raíces finas	$Pf = e^{1.007}xBR^{-0.841}$
<p><math>BR</math> : Biomasa de raíces (tMS/ha); <math>BA</math> : Biomasa aérea (tMS/ha);  <math>Pf</math> : Proporción de raíces finas (máximo 0.9).</p>		

Fuente: Kurz *et al.* (1996)

Como no se dispone de estimaciones de biomasa radicular para el Bosque Macuya, se utilizará un porcentaje mínimo de 15% de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea, que es una estimación conservadora (MacDicken, 1997).

Finalmente, el contenido de carbono orgánico en suelos ( $COS$ ) se estimará mediante la siguiente expresión:

$$COS = \%COxDaxPSx100$$

Donde:  $COS$  es el carbono orgánico de suelos en t/ha;  
 $\%CO$  es la concentración de carbono orgánico en suelos en % (según Walkley y Black 1938 citado por MacDiken, 1997; en caso de disponer de valores de materia orgánica ( $MO$ ):  $\%CO = 0.58x\%MO$ );  $Da$  es la densidad aparente en t/m<sup>3</sup> y  $PS$  es la profundidad del suelo en metros (se utilizará una profundidad de 0.3 m).

Con respecto al análisis de caracterización de suelos del Bosque Macuya (Tabla 12), Estrada (2007) afirma que tienen características similares, con pH <sup>33</sup> de moderadamente a fuertemente ácidos y bajo contenido de materia orgánica. Se trata de un suelo formado por material reciente posiblemente de origen aluvial.

Tabla 12. Caracterización de suelos del Bosque Macuya.

TRANSECTO	PH	MATERIA ORGÁNICA (%)	CLASE TEXTURAL
MACUYA 1	5.3	1.80	Franco Arenoso
MACUYA 2	5.6	1.00	Franco
MACUYA 3	5.9	2.00	Franco
MACUYA 4	5.5	0.40	Franco Arenoso
MACUYA 5	4.6	1.90	Franco
PROMEDIO		1.42	

*Fuente: Estrada (2007)*

El valor de secuestro de carbono (VSC) en una hectárea del Bosque Macuya se determina a través de la siguiente expresión:

$$VSC = C_{CA} \times P_C$$

Donde: *VSC* es el valor de secuestro de carbono en el Bosque Macuya en U\$/hectárea; *C<sub>CA</sub>* Cantidad Total de Carbono Almacenado en el Bosque Macuya t eq CO<sub>2</sub>/hectárea y *P<sub>C</sub>* Precio Internacional del carbono en US\$/t eq CO<sub>2</sub>.

En relación a la masa de carbono en relación al CO<sub>2</sub>, se puede afirmar que una tonelada de carbono equivale a 3.7 toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (factor de transferencia de carbono a dióxido de carbono); esto significa que cada tonelada de carbón quemado genera unas 3.7 toneladas de dióxido de carbono <sup>34</sup>.

<sup>33</sup> pH (potencial de hidrógeno) es una forma práctica de cuantificar la acidez o la alcalinidad de una solución acuosa.

<sup>34</sup> El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) desempeña un papel crítico en la creación y regulación del clima en la Tierra. En el año 2011, la concentración promedio global de carbono dióxido en la atmósfera fue de 391 partes por millón, un incremento significativo superior a los niveles preindustriales de 280 partes por millón. El dióxido de carbono está compuesto de 44/12 partes, ó 3.67 de carbono por peso. El dióxido de carbono permanece en la atmósfera entre 200 a 450 años y es definido como el potencial 1 del calentamiento mundial (*Fuente: [http://unfccc.int/essential\\_background/glossary/items/3666.php#N](http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#N)*).

#### 4.8. Descripción y justificación de escenarios

##### 4.8.1. Escenario base

En la presente investigación, se considera como escenario base al aprovechamiento forestal maderable en las concesiones forestales y los bosques secundarios de Ucayali. Los valores encontrados en el escenario base, constituye la valoración actual del aprovechamiento maderable y la comercialización de productos de la fauna silvestre amazónica.

##### 4.8.1.1. Concesiones forestales maderables

En un intento de ordenar el territorio con criterios económicos y ecológicos, el estado peruano inició un proceso de concesiones forestales con fines maderables (principalmente) y no maderables.

La presente Ley N° 29763 (Ley Forestal y de Fauna Silvestre) (2011) establece que las concesiones de bosques con fines maderables deben efectuarse por subasta o concurso público. Las primeras, en unidades de superficie de 10 mil a 40 mil hectáreas; y en las segundas, en lotes que son de 5 mil a 10 mil hectáreas. En los dos casos se requiere de un plan de manejo.

De esta manera, la ex-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (DGFFS) "identificó" casi 25 millones de hectáreas como bosques de producción permanente, en los cuales definió casi dos mil unidades de aprovechamiento, que comprenden unas 12 millones de hectáreas, en 6 departamentos de nuestro país (Tabla 13); estimando, que las concesiones forestales con fines maderables alcanzarían entre 10 y 12 millones de hectáreas (50% del área de Bosques de Producción Permanente).

Mientras el control de la tala ilegal <sup>35</sup> es responsabilidad del Servicio Nacional Forestal de Perú (SERFOR), organismo que pertenece al Ministerio de Agricultura; la responsabilidad de OSINFOR, es supervisar que el concesionario forestal no extraiga volúmenes superiores a los aprobados en su plan operativo anual o no realice actividades de extracción en áreas que no pertenezcan a la parcela de su corte anual. Según OSINFOR (2012), el país pierde 220 millones de dólares al año por tala ilegal de especies selectivas, tales como el Cedro (*Cedrela odorata*) y la Caoba (*Swietenia macrophylla*).

---

<sup>35</sup> Se calcula que los gobiernos, sobre todo en los países en desarrollo, pierden anualmente US\$ 15.000 millones por concepto de impuestos y regalías no recaudadas. Estimaciones recientes indican que hasta un 15% de la madera en rollos comercializada en los mercados internacionales podría provenir de fuentes ilegales (Contreras-Hermosilla *et al.*, 2007).

Tabla 13. Unidades de Aprovechamiento de los Bosques de Producción Permanentes del Perú.

Departamento	Bosques de Producción Permanente (hectárea)	Unidades de Aprovechamiento	
		N°	Superficie (hectárea)
MADRE DE DIOS	2'522,141	214	1'417,875
UCAYALI	4'089,926	511	3'387,790
LORETO	14'782,302	905	5'686,698
SAN MARTIN	1'501,291	120	750,336
HUANUCO	880,846	91	533,133
PASCO	179,959	11	71,014
JUNIN	250,555	0	0
AYACUCHO	146,298	0	0
CUSCO	171,644	0	0
PUNO	68,387	0	0
TOTAL	24'593,349	1,852	11'846,846

*Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre citado por [www.siamazonia.org.pe](http://www.siamazonia.org.pe).*

El apresuramiento en la aplicación de las Leyes 27308 y 29763, la ausencia de adecuados niveles de divulgación y orientación, la no identificación y categorización del tamaño o nivel de extractores forestales, y procedimientos no adecuados en los concursos públicos, han originaron los conflictos en Madre de Dios, Loreto y Ucayali (Galarza y Serna, 2005).

Al respecto, la falta de adecuados niveles de estudios especializados, puede hacer, por ejemplo, que muchas especies con rangos geográficos pequeños (568 especies raras <sup>36</sup>) desaparezcan antes de que hayan sido descritas por la ciencia (Estrada, 2007). Según FAO (2010), especies raras de árboles y especies que tienen un alto valor en términos de productos forestales maderables o no maderables corren riesgo de extinción a nivel local. Delgado y Finegan (1999) afirman que existen pocas investigaciones ecológicas y publicaciones disponibles, en torno al tema de los efectos del manejo forestal sobre la producción y la conservación de la biodiversidad en bosques nativos amazónicos.

En la presente investigación se consideró como productos del aprovechamiento forestal, en Concesiones de Ucayali, a la madera rolliza y los diferentes productos derivados de la fauna silvestre (carne fresca y ahumada, huevos de tortuga, animales vivos y pieles de pecaríes).

<sup>36</sup> Según Pitman (2000), las especies raras tienden a: (1) estar probablemente restringidas a un hábitat raro, (2) ser genéticamente menos diversas, y (5) tener habilidades de dispersión más pobres que las especies comunes. Al respecto, Poore (1968) concluyó que las especies raras son especialistas del hábitat.

#### 4.8.1.2. Antecedentes y tendencias futuras de la deforestación

Los bosques tropicales pueden brindar servicios ambientales como la captación de agua, el mantenimiento del suelo y la fijación de carbono; además de contener innumerables especies con valor real o potencial. La deforestación genera a nivel regional la pérdida del uso forestal, deterioro físico y químico del suelo, alteración del balance hídrico y desestabilización de cuencas; a nivel global altera el balance de agua atmosférica, pudiendo afectar los patrones climáticos y contribuir al calentamiento global (Wadsworth, 2000). Otra de sus importantes consecuencias es la reducción del hábitat y su fragmentación con la consecuente pérdida de la biodiversidad, y la eliminación de variabilidad genética, de poblaciones y hasta especies (Estrada, 2007).

La deforestación en la región Ucayali está asociada con migraciones de poblaciones andinas a la llanura amazónica (Ugarte, 2009). La extracción maderable, la ganadería extensiva<sup>37</sup> y la agricultura de tumba y quema son las actividades que han ocasionado mayores pérdidas de la superficie de bosque amazónico en Ucayali.

De esta manera, es importante resaltar que la agricultura migratoria es la principal responsable por la remoción de la cubierta forestal de la región (Ugarte, 2009). En el caso del aprovechamiento maderable, los extractores forestales abren caminos que facilitan el ingreso a nuevas áreas de bosque, teniendo un rol muy importante en la colonización de nuevas áreas boscosas.

Aún cuando estudios realizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) indican una clara tendencia de disminución de la superficie boscosa, la región Ucayali presentó una fuerte tendencia de expansión de cultivos para el decenio 2000 al 2010 (Wassenaar *et al*, s.f.). En la Tabla 14 se muestra la superficie deforestada en la Ucayali entre 1990 al 2000.

Según INRENA (2005), la deforestación en Ucayali (Tabla 15) se concentra en dos áreas marcadamente diferentes: las grandes playas de los ríos con sedimentos ricos y propicias para la producción agrícola estacional, y los márgenes de las carreteras, especialmente la vía de penetración de Lima a Pucallpa (carretera Federico Basadre) y la Marginal de la Selva (carretera Fernando Belaúnde Terry).

---

<sup>37</sup> La ganadería extensiva se trata de un procedimiento relacionado a la crianza de ganados en grandes territorios de tierra, que podría equivaler de hasta dos animales por hectárea. Generalmente dichas áreas o extensiones territoriales poseen la particularidad de ser ecosistemas naturales modificados por el ser humano de acuerdo a su necesidad, propuestos a ciclos naturales con una producción vegetal amplia para la alimentación del vacuno.

Tabla 14. Pérdida de bosque con respecto al bosque amazónico original en Ucayali.

	Superficie (hectáreas)
De la región	10'241,055
De bosque amazónico original	10'110,076
Deforestación al 1990 (INRENA, 1990)	547,750
Deforestación al 2000 (INRENA, 2005)	627,064
Promedio Anual de Deforestación	7,931

*Fuente: INRENA (2005)*

Tabla 15. Usos de la tierra deforestada en hectáreas en la región Ucayali (2000).

Usos de la Tierra	Superficie (hectárea)	%
Agricultura <sup>1</sup>	25,356.29	4.0
Pastizales	117,810.88	18.8
Bosque Secundario <sup>2</sup>	213,223.08	34.0
Bosque Secundario y Agricultura <sup>3</sup>	265,194.31	42.3
Área Sin Vegetación <sup>4</sup>	5,479.85	0.9
Total	627,064.41	100.0

*Fuente: INRENA (2005).*

<sup>1</sup> **Agricultura:** cultivos agrícolas, temporales y permanentes.

<sup>2</sup> **Bosques secundarios:** extensiones boscosas pobladas por especies pioneras, formadas por pérdida del bosque primario como consecuencia de fenómenos naturales o actividad humana.

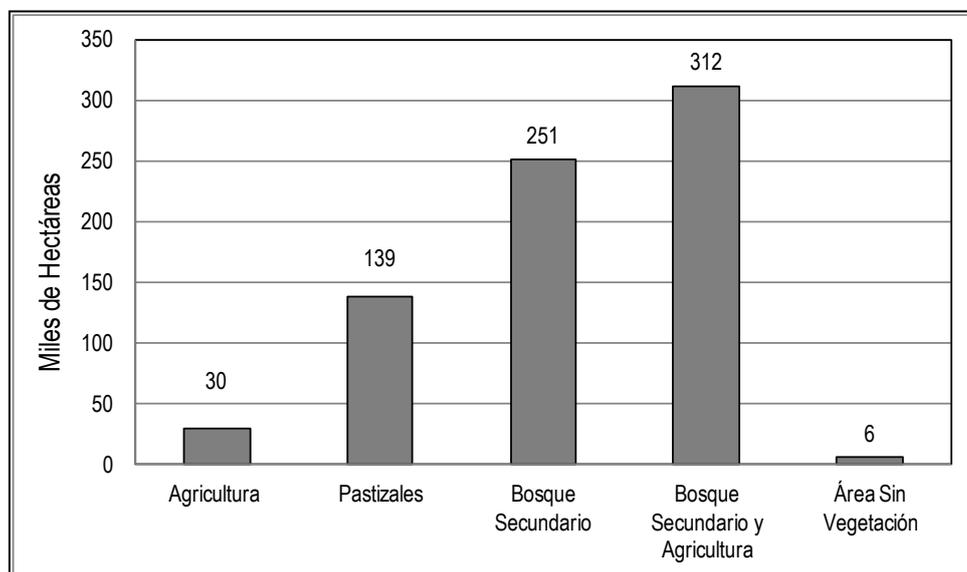
<sup>3</sup> **Bosque Secundario y Agricultura:** unidad mixta integrando parcelas agrícolas muy fraccionadas y pequeñas al interior del bosque secundario joven y adulto. En esta clase la dominancia del bosque secundario sobre la agricultura es en más del 50 %, sin llegar al 80% de predominancia.

<sup>4</sup> **Área Sin Vegetación:** considera zonas ocupadas por infraestructura energética (oleoductos, gaseoductos, campamentos), infraestructura minera, centros poblados, aeropuertos, campos de aterrizaje y relaves mineros.

Los bosques secundarios en las zonas más cercanas a las vías principales de comunicación son paulatinamente convertidos en pastizales (Ugarte, 2009). En una investigación, Yanggen (2003) demostró que solo el 23% de los agricultores poseía ganado vacuno, pero el 49% habían instalado pastizales en sus propiedades.

Según Ugarte (2009), la secuencia más común de la transformación de bosques es: bosque primario, agricultura, bosque secundario, cultivos, bosque secundario ralo, cultivo, pastura. Existen algunos casos aislados de establecimiento de pasturas luego del primer desmonte, que corresponden a migrantes con mayor poder adquisitivo y con mejores conocimientos de la ganadería intensiva.

En la Figura 16 se muestra la proyección de la deforestación para la región Ucayali hasta el año 2014. Al respecto, Ucayali registraría un total de 738 mil hectáreas de áreas deforestadas al 2014, que representan un 7.2% de la superficie total de la región.



*Fuente: elaboración propia.*

Figura 16. Proyección de Deforestación en Ucayali al 2014 Según Usos de la Tierra.

Se prevé que la pavimentación de la vía Pucallpa a Lima y el permanente mejoramiento de vías secundarias, sumados a la ausencia de políticas claras con respecto al manejo del bosque, seguirán concentrando la deforestación en las zonas más accesibles. Un permanente desafío para el desarrollo de la Amazonia peruana es cómo conciliar la expansión de la frontera económica con la conservación ecológica (Barbier y Burgess, 1997).

En la presente investigación, la superficie comprendida por los pastizales y los bosques secundarios se constituye en los objetivos primordiales y prioritarios de la gestión forestal en Ucayali (Tabla 16).

Tabla 16. Superficie Potencial al 2014 para Gestión Forestal en Ucayali.

Detalle	Superficie (Hectáreas)
Pastizales	137,182.52
Bosque Secundario	248,283.35
Bosque Secundario y Agricultura	308,800.21
Superficie Deforestada al 2014 en Ucayali <sup>1</sup>	694,266.08
Superficie Potencial para Gestión Forestal en Ucayali <sup>2</sup>	347,133.04

*Fuente: elaboración propia.*

<sup>1</sup> Sin considerar las superficies destinadas a la agricultura y las áreas sin vegetación (centros poblados, carreteras, aeropuertos, entre otros).

<sup>2</sup> Considerando el 50% de los pastizales, bosques secundarios y de la unidad mixta (Bosque Secundario y Agricultura) que está integrada por parcelas agrícolas muy fraccionadas y pequeñas al interior del bosque secundario joven

#### 4.8.2. Escenarios de gestión forestal en superficies deforestadas

En la presente investigación se plantea una restauración forestal utilizando especies nativas con fines productivos, de protección y de recuperación de pastizales y bosques secundarios en sus primeras fases de sucesión (según clasificación propuesta por Spittler, 2001).

Como propuestas específicas de gestión forestal para las superficies deforestadas en Ucayali (Anexo 4), se plantean plantaciones forestales de las especies nativas: Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*). En todos los casos se consideró como producto principal del aprovechamiento forestal a la madera rolliza. Alternativamente, en el caso del Tornillo se proyecta un sistema silvoagrícola <sup>38</sup> en asociación con el Banano (*Musa spp.*) y el Cacao (*Theobroma Cacao*). De la misma manera, se propone implementar proyectos de restauración ecológica en bosques degradados de la región Ucayali.

Al respecto, en la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 (2011) se indica que el Estado peruano promueve, en tierras de aptitud forestal o de protección, las plantaciones de especies forestales con fines producción, restauración y conservación sobre tierras que no cuenten con cobertura de bosques primarios ni bosques secundarios maduros <sup>39</sup>. Es necesario enfatizar que en la ley forestal y de fauna silvestre, también se señala que en tierras con aptitud forestal y de protección, los propietarios privados y las comunidades campesinas o nativas están prohibidos de deforestar para instalar plantaciones.

Las plantaciones forestales con especies nativas también tienen otros propósitos. Muchas especies de árboles que son nativas de la región no han sido domesticadas, y albergan plagas naturales que podrían dificultar la producción maderera en sistemas con escasa diversidad (Rodrigues *et al.*, 2009). El uso de una gama de especies diversificadas permite

---

<sup>38</sup> Incluso en predios productivos es posible preservar los numerosos beneficios que brindan los árboles integrándolos a sistemas agrícolas. Esta práctica se conoce como silvoagricultura. La silvoagricultura se define como “un sistema de uso de la tierra en el que se combinan deliberadamente en la misma unidad de aprovechamiento de la tierra especies arbóreas perennes (árboles, arbustos, palmeras, bambúes) con cultivos agrícolas (maderables o no maderables), cría de animales, o ambos, de acuerdo con una distribución espacial o temporal”.

<sup>39</sup> Aún cuando la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 (2011) no define al “Bosque secundario maduro”, éste se puede conceptualizar como un bosque secundario que se encuentra en la cuarta o quinta fase sucesional, es decir, como un bosque secundario intermedio o tardío (según clasificación propuesta por Spittler, 2001).

reducir el riesgo de ataques de plagas devastadores, lo que hace posible alinear los intereses económicos con los intereses ecológicos en una escala de proporciones razonables (Brancalion *et al*, 2012).

A continuación se realiza una descripción de las actividades propuestas, como instrumentos de gestión forestal en los pastizales y bosques secundarios en sus primeras fases de sucesión en la región Ucayali.

#### 4.8.2.1. Plantación de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*)

La producción de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*) en madera rolliza y aserrada se ha incrementado en los últimos años en la región Ucayali, siendo los principales demandantes los reaserraderos de Pucallpa y Lima, empleándose en forma creciente en la construcción de viviendas populares, embalajes, muebles y molduras (IIAP, 2009c).

En la presente investigación se han considerado dos casos de manejo forestal de Bolaina Blanca:

- Plantación con Manejo de Regeneración Natural: En este sistema se pueden asociar simultáneamente cultivos agrícolas (banano, maíz, frejol, cítricos, cacao, entre otros) con la regeneración natural de Bolaina Blanca. Por lo general, el sistema se inicia con el rozo, tumba y quema de algún bosque; donde el productor siembra cultivos agrícolas, posteriormente aparecen entre estos cultivos abundantes plántulas de Bolaina Blanca por regeneración natural, debido a la cercana presencia de árboles semilleros y a la sincronía entre la diseminación, apertura, quema de la chacras y la casi inmediata caída de lluvias. En la actualidad, la importancia económica que ha tomado la Bolaina Blanca, hace que los productores manejen estos bosques junto con los cultivos agrícolas (IIAP, 2009c).
- Plantación Pura: Es un sistema practicado por productores que tienen cierto nivel de conocimiento de la especie, y solvencia económica para sustentar las actividades de establecimiento de plantaciones. El establecimiento de Bolaina Blanca en plantaciones puras puede producir hasta 224 m<sup>3</sup> por hectárea al octavo año, lo cual significa una tasa de crecimiento anual de 28 m<sup>3</sup> por hectárea, equivalente a la tasa más alta de crecimiento jamás registrada en la Amazonía en plantaciones con especies nativas (IIAP, 2009c).

#### 4.8.2.2. Plantación de Caoba (*Swietenia macrophylla*)

La reforestación de zonas degradadas y la plantación con Caoba (*Swietenia macrophylla*), en zonas con aptitud forestal de la región Ucayali, es una opción viable; con el propósito de restaurar el equilibrio ecológico y capitalizar los predios, especialmente de la población rural, constituyendo una alternativa concreta a la agricultura migratoria y depredatoria (IIAP, 2009a).

En el departamento de San Martín se vienen instalando las plantaciones de Caoba bajo el sistema de agroforestería, con resultados prometedores (IIAP, 2009a). Sin embargo, la producción de caoba en el país, muestra una tendencia decreciente en el periodo 1997 al 2006, pasando de 93 mil m<sup>3</sup> de madera rolliza en el 1997 a 31 mil m<sup>3</sup> en el 2006 para la producción nacional. Esto se explica por el aprovechamiento indiscriminado e irracional de la especie, cuyas poblaciones naturales se encuentran actualmente fraccionadas y aisladas.

En noviembre de 2002, las Partes de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres <sup>40</sup> (CITES) incluyeron la Caoba de Hoja Grande (*Swietenia macrophylla*) en el Apéndice II de CITES para evitar la extinción comercial de esta especie (IIAP, 2009a). El Gobierno peruano al aceptar la adenda al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, refuerza el compromiso nacional de asegurar no sólo la supervivencia de la Caoba, sino que se compromete con la conservación del bosque tropical y a ordenar la actividad forestal alrededor del Manejo Forestal Sustentable (MFS), y en especial la aplicación de los planes silviculturales basados en los mecanismos de reposición del recurso extraído.

#### 4.8.2.3. Sistema Silvoagrícola con Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), Cacao (*Theobroma cacao*) y Banano (*Musa spp.*)

El Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) tiene un poder de regeneración bastante bajo y la silvicultura plantea dificultades en la fase de viveros. Sin embargo, existen datos muy prometedores de crecimiento de esta especie. El Tornillo en el Bosque Nacional Von Humboldt (Ucayali, Perú) presenta un crecimiento de 12 metros de altura en 3.5 años (en fajas de enriquecimiento de 5 m de ancho con 80% de luz). De la misma manera, el Tornillo se asocia

---

<sup>40</sup> La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre, conocido como Convenio CITES, fue firmada en Washington el 3 de marzo de 1973 y entró en vigor el 1 de julio de 1975. En la actualidad 169 países, conocidos como Partes de la Convención, la han ratificado y son miembros de pleno derecho.

satisfactoriamente con el café y otros cultivos, como cítricos, banano, cacao, etc. En la zona de Pichanaqui (Junín, Perú), se instaló una parcela de tornillo, entre bananos y cacao en crecimiento. Los resultados de esta parcela se describen en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados en una parcela agroindustrial en Pichanaqui (Junín, Perú).

Ubicación	Pichanaqui (Junín, Perú)
Asociación	Banano, Cacao, Tornillo
Extensión	3 hectáreas
Edad del Banano	6 años
Edad del cacao	2 años
Densidad del Banano	625 por hectárea
Densidad del Cacao	625 por hectárea
Densidad del Tornillo	625 por hectárea

*Fuente: IIAP (2009b)*

En la Tabla 18 se presentan resultados productivos silvoagrícolas en diez años, mostrando que el Tornillo asociado logra acumular en un año, el 50% del valor de la producción bruta del cultivo en madera. La producción promedio de cacao en la zona se encuentra en 700 kilogramos por hectárea, al parecer la asociación del Tornillo no ha afectado esta producción. Al respecto, el Tornillo tiene una altura de copa sobre los 15 m, lo cual produce un microclima ideal en el espacio entre copa del Tornillo y el Cacao.

Tabla 18. Resultado productivos silvoagrícolas a los 10 años.

Banano eliminado al 7° año	
Producción de Cacao	730 kilogramos por hectárea
Altura de Tornillo	23 metros
DAP del Tornillo	25 cm en promedio
Volumen actual de madera	28.8 m <sup>3</sup>
Valor actual de madera en pie	USD 3,595
Valor del incremento anual	USD 359
Valor anual del Cacao	USD 625

*Fuente: IIAP (2009b)*

#### 4.8.2.4. Restauración ecológica

La degradación del bosque suele comenzar con la sobrexplotación, y se origina a partir de una compleja interacción de factores ecológicos y socioculturales, tales como el crecimiento poblacional, las necesidades alimentarias, los patrones de uso de los recursos. Frente a esta situación ha surgido la idea de la restauración ecológica, como intención de la reversión de los efectos degradativos de las actividades humanas (contaminación, erosión, sobrexplotación y agotamiento de recursos) (Meli, 2003).

Durante las últimas décadas la región Ucayali ha estado expuesta, por campesinos migratorios, a un intensivo proceso de colonización y explotación no sustentable de sus recursos. Por su biodiversidad y diversidad paisajística, las áreas degradadas de Ucayali se constituyen en zonas prioritarias para el desarrollo de programas integrados de conservación y manejo. Para este fin, se propone implementar proyectos de restauración ecológica de cinco (5) años, con un proceso de ejecución, monitoreo y evaluación de unos 50 años. El proyecto de restauración planteado incluye programas de restauración <sup>41</sup> y rehabilitación <sup>42</sup> de este paisaje, bajo el supuesto que los niveles de alteración aún no han llegado a un umbral de irreversibilidad.

#### 4.9 Modelos matemáticos para las proyecciones

Los ecosistemas forestales nativos están entre los más complejos por su alta biodiversidad. De esta manera, el estudio del crecimiento futuro de los árboles y masas forestales es fundamental para la gestión forestal. Según Baluarte (2011), existe variación de crecimiento entre especies debido a las diferencias que existen en los tamaños y grado de iluminación de las copas, y a la influencia de factores genéticos.

El crecimiento forestal puede ser expresado en un modelo matemático denominado "modelo de crecimiento" que hace referencia a un sistema de ecuaciones con una predicción de crecimiento y producción de la unidad de estudio bajo una amplia variedad de condiciones (Vanclay, 1994).

---

<sup>41</sup> El objetivo de la restauración forestal es devolver un bosque degradado a su estado original, esto es, restablecer la estructura, la productividad y la diversidad de las especies del bosque que en teoría estaban presentes originariamente en un lugar.

<sup>42</sup> El objetivo de la rehabilitación forestal es restablecer la capacidad de unas tierras forestales degradadas para suministrar productos y servicios forestales. La rehabilitación forestal restablece la productividad original del bosque y algunas, pero no necesariamente todas, de las especies de plantas y animales, que se considera que en un principio estaban presentes en un lugar.

La restauración y la rehabilitación de bosques pueden llevarse a cabo en tierras agrícolas improductivas o abandonadas, en pastizales deforestados, zonas con matorrales o malezas o zonas rasas, y en bosques de densidad defectiva o degradados.

Para determinar los ingresos en cada uno de los sistemas productivos propuestos, en la presente investigación se consideró la proyección del crecimiento de las plantaciones en función de modelos matemáticos y la estimación del valor de la madera en pie según especie maderera.

Para este fin, se recopilaron 26 modelos de crecimiento para las especies Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*), Caoba (*Swietenia macrophylla*) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) (Anexo 5). En función de las experiencias en plantaciones experimentales con las especies seleccionadas en Ucayali (Anexo 4), se seleccionaron las ecuaciones que permitieron una mejor estimación del crecimiento volumétrico en la zona de estudio.

#### 4.9.1. Bolaina Blanca

Para estimar el volumen comercial en plantaciones de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*), Guerra (2007) realizó el análisis de regresión de 16 modelos matemáticos. Para este fin, se seleccionaron y midieron 180 árboles de una plantación experimental en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt (Ucayali).

De esta manera, la ecuación:  $Ln(V) = -0.49 + 1.8xLn(DAP) + 0.839xLn(H)$ , presentó los mejores estadígrafos para la estimación del volumen comercial con corteza. El modelo corresponde al propuesto por Schumacher:  $Ln(V) = a + bxLn(DAP) + cxLn(H)$ ; en donde:  $V$  es el volumen en  $m^3$ ;  $DAP$  es el diámetro a la altura del pecho en m;  $H$  es la altura comercial en m;  $a$ ,  $b$ ,  $c$  son los coeficientes de correlación.

#### 4.9.2. Caoba y Tornillo

En Guaviare (Colombia), con una muestra de 57 árboles de diferentes especies se definieron las ecuaciones generales que expresan el volumen y la biomasa de los árboles, en términos de variables de fácil y permanente registro (altura total y el diámetro) (Giraldo *et al*, 2013). De esta manera, empleando regresiones lineales y no lineales, se seleccionaron los modelos con mejores calificadores y ajustes.

Para las especies Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y Caoba (*Swietenia macrophylla*) con edades de 14 a 27 años, se construyeron ecuaciones en función de la edad. De acuerdo a las experiencias en plantaciones experimentales de Tornillo y Caoba, el modelo que mejor expresa el crecimiento de estas especies es:  $V = 0.0518xe^{0.0872xE}$ , en donde:  $V$  es el volumen en  $m^3$ ;  $e$  es la base de los logaritmos naturales y  $E$  es la edad en años.

#### 4.10. Valor de la madera en pie

El concepto de “valor de la madera en pie” representa el producto de la venta de la madera menos el costo de la tala, el transporte y el procesamiento (Fresard, 2004). El valor de la madera en pie será superior cuando las plantas industriales dispongan de mejor tecnología para la transformación mecánica de la madera y menores distancias de transporte de la madera rolliza.

Al respecto, en Ucayali deberíamos suponer que el valor de la madera en pie es bajo, debido a que las plantas industriales disponen de tecnologías precarias para una transformación eficiente de la madera y, a su vez, las distancias del recurso son cada vez mayores por la extracción selectiva que prevalece en la zona de estudio. Debido al vacío de información que existe sobre el tema, en la Tabla 19 se muestra una estimación del valor de la madera en pie para Ucayali.

Tabla 19. Estimación del Valor de la Madera en Pie por Especie Maderera en Ucayali.

Descripción	Valor de Madera	
	en Pie	Especie
	US\$ / m <sup>3</sup>	
Altamente Valiosa <sup>1</sup>	353.33	Caoba
Valiosa <sup>2</sup>	176.67	Tomillo
Intermedia <sup>3</sup>	70.67	Bolaina Blanca

*Fuente: Adaptado de UNODC Y MINAM (2011)*

<sup>1</sup> Se consideró un valor de madera rolliza en la plantación de US\$ 0.83 por pie tablar (1 metro cúbico de madera equivale a 424 pies tablares).

<sup>2</sup> Se consideró un valor de madera rolliza en la plantación de US\$ 0.42 por pie tablar.

<sup>3</sup> Se consideró un valor de madera rolliza en la plantación de US\$ 0.17 por pie tablar.

#### 4.11. Estimación del costo de oportunidad

Según Adams *et al* (2010) y Kaphengst *et al* (2011), los costos de oportunidad reflejan las ventajas económicas renunciadas de las actividades alternativas o usos de un recurso sobre un sitio particular.

Para Adams *et al* (2010), la planificación con costos de oportunidad, para singularizar grupos de interés, puede causar cargas de costo a otros grupos que podrían minar el éxito a largo plazo de la conservación. Al respecto, Naidoo y Adamowicz (2006) señalan que los

conservacionistas reconocen la urgencia de incorporar los costos de oportunidad en la planificación de la conservación. A pesar de ello, las aplicaciones han sido limitadas, por la dificultad en la determinación de costos en zonas con datos limitados sobre los precios y pertenencia de las tierras.

Kaphengst *et al* (2011) afirma que la estimación eficiente de los costos de oportunidad tiene el potencial de reducir el uso descuidado de los recursos naturales, que a menudo son subvaluados, proporcionando una buena base sobre los verdaderos costos y las ventajas de conservar la biodiversidad. Según los mismos autores, existe una gran variabilidad en los métodos de determinación de los costos de oportunidad en los diferentes estudios, lo cual dificulta la comparación entre los diferentes resultados obtenidos.

En bosques de Paraguay, Naidoo y Adamowicz (2006) desarrollaron métodos para la estimación de costos de oportunidad para la conservación de paisajes cambiantes del tipo agrícola y natural; encontrando que los costos de oportunidad fueron consistentes con tasas de descuento de 15 a 25%.

En la presente de investigación, el costo de oportunidad se determinó con la siguiente relación (Brancaion *et al*, 2012 y Madrigal y Alpizar, 2008):

$$\text{Costo de Oportunidad (US\$/ hectárea / año)} = \frac{\text{Valor Presente Neto (US\$/ hectárea)}}{\text{Años}}$$

## Capítulo 5. Valor económico de los bienes y servicios ambientales en Ucayali - Perú

En el presente capítulo se presentan los resultados de los esfuerzos por asignarle valores económicos a los bienes y servicios ambientales de los bosques en Ucayali (Perú). La estimación del valor económico se plasmó mediante el flujo de efectivo asociado a actividades dentro de la región Ucayali (aprovechamiento forestal maderable y productos de fauna silvestre), o con aproximaciones a la determinación de precios para servicios que carecían de ellos (turismo y secuestro de carbono). Los resultados mostrados se constituyen en una importante fuente de información para el desarrollo de las propuestas de gestión forestal para Ucayali (Capítulo 6).

### 5.1. Aprovechamiento forestal maderable

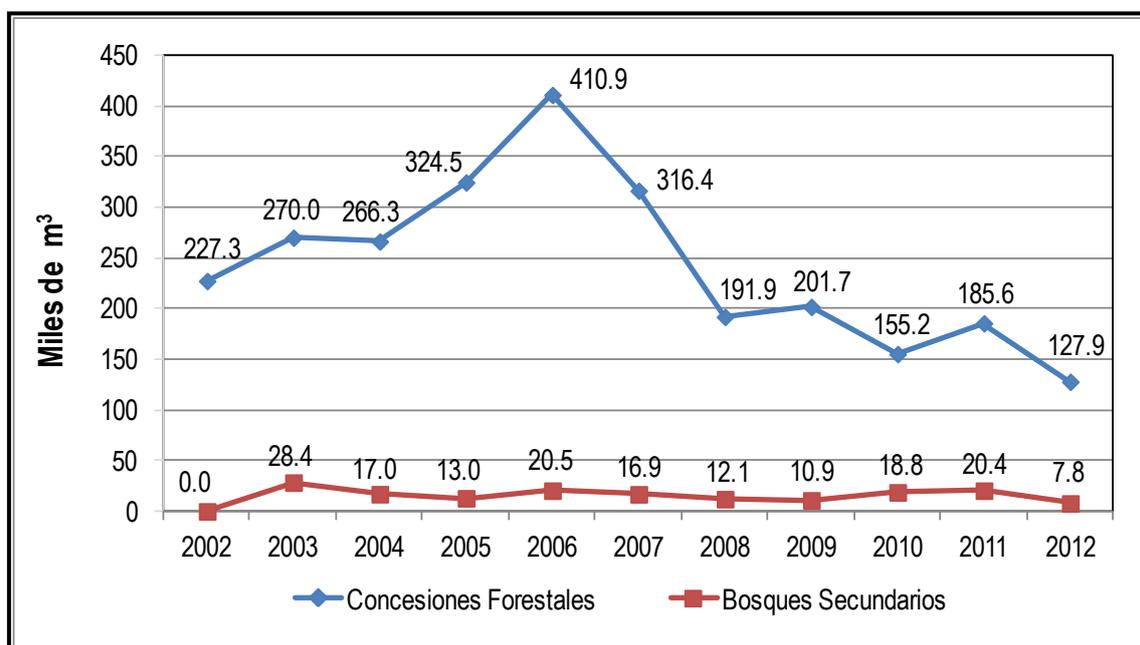
Pucallpa, capital de la región Ucayali, es uno de los principales centros de transformación mecánica de la madera en el Perú, disponiendo de un parque industrial compuesto por diferentes unidades productivas. Los principales productos derivados de las actividades de transformación mecánica de la madera en la región son: tablero de madera laminada, parquet, paquetería, entre otros derivados. Lamentablemente, la industria forestal emplea sistemas de extracción tradicional con aprovechamiento de alto impacto en el bosque tropical. De la misma manera, el rendimiento de la madera aserrada es relativamente bajo, variando entre 30 y 40 por ciento de la madera rolliza. En cuanto a la calidad de la madera aserrada, se reportan altas variaciones del espesor de las piezas de madera aserrada que ocasiona alta generación de residuos en la transformación secundaria.

Con relación a la producción maderera en Concesiones Forestales de Ucayali, desde el año 2006 se observa una tendencia decreciente (Figura 17). La menor demanda de maderas tropicales nativas desde el 2006, coincide con el ingreso al mercado peruano de madera seca y cepillada de la especie Pino Radiata. La madera de Pino Radiata es producida en plantaciones forestales de Chile <sup>43</sup>, y procesada en plantas industriales donde se le adiciona valor agregado, que garantiza un producto de calidad. En contraposición, las Concesiones Forestales en Ucayali centran su producción maderera en la transformación mecánica de unas veinte (20) a treinta (30) especies maderables procedentes de bosques naturales, con una precaria tecnología de corte

---

<sup>43</sup> Chile tiene un patrimonio de 2.1 millones de hectáreas de plantaciones forestales, consistentes principalmente de Pino Radiata o Insigne y Eucaliptus. Aunque las plantaciones forestales cubren menos del 3% del territorio nacional chileno, abastecen el 97% de su industria forestal, con lo que han contribuido indirectamente a proteger el bosque nativo de la corta excesiva, ya que abastecen prácticamente toda la demanda de la población. Esta industria es uno de los mejores ejemplos de desarrollo sustentable, dado su carácter renovable y la optimización del uso de la tierra que representan en relación a cultivos anuales.

primario y secundario. La gran cantidad de especies maderables genera un producto de baja calidad, con una alta variabilidad de propiedades físicas y mecánicas de la madera.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 17. Producción de Madera Rolliza en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios de Ucayali (2002 - 2012).

En el caso de los Bosques Secundarios sin manejo forestal, representados por la madera de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*), la producción es fluctuante. El valor más alto se alcanzó el 2003 con 28,419 m<sup>3</sup> y el más bajo en el 2012 con 7,834 m<sup>3</sup>.

Al respecto, la Bolaina Blanca es una especie forestal nativa de crecimiento relativamente rápido, que es cosechada desde los ocho años. El uso diversificado de su madera, sumados a los bajos costos de extracción, transporte y procesamiento industrial (comparado con otras especies nativas tradicionales), le ha permitido una gran aceptación en el mercado regional y nacional (Guerra, 2007).

A inicios de los años 70's, la industria maderera en la región Ucayali comenzó a desarrollarse con el aprovechamiento selectivo de maderas de alto valor comercial, tales como la Caoba (*Swietenia macrophylla*) y el Cedro (*Cedrela odorata*). Debido al bajo volumen que reportan estas especies valiosas, gradualmente se incrementa el número de especies maderables en el mercado, registrándose más de 25 especies comerciales para el 2012 (Tabla 20).

En la presente investigación, se consideró como producto del aprovechamiento forestal a la madera rolliza. De esta manera, los ingresos se determinaron con el precio de la madera rolliza en la ciudad de Pucallpa que es la capital de la región Ucayali.

Tabla 20. Producción y Precio de Madera Rolliza por Especie Maderera en Ucayali (2012).

Especie Maderera	Producción Maderera en el 2012 <sup>1</sup>			Precio de Madera Rolliza <sup>4</sup> US\$ / m <sup>3</sup>
	Rollizo m <sup>3</sup>	Aserrado		
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> <sup>2</sup>	pt <sup>3</sup>
AGUANO MASHA	3,254.00	1,952.40	827,817.60	80.28
BOLAINA BLANCA	7,834.00	4,700.40	1,992,969.60	32.00
CAOBA	131.00	78.60	33,326.40	424.00
CAPIRONA	4,797.00	2,878.20	1,220,356.80	110.24
CACHIMBO	14,402.00	8,641.20	3,663,868.80	70.10
CATAHUA	9,837.00	5,902.20	2,502,532.80	45.23
CEDRO	274.00	164.40	69,705.60	275.88
COPAHIBA	10,186.00	6,111.60	2,591,318.40	90.45
CUMALA	10,161.00	6,096.60	2,584,958.40	45.23
ESTORAQUE	1,732.00	1,039.20	440,620.80	130.59
HUAYRURO	9,793.00	5,875.80	2,491,339.20	120.42
HUIMBA NEGRA	3,501.00	2,100.60	890,654.40	55.40
ISHPINGO	649.00	389.40	165,105.60	150.38
LUPUNA BLANCA	7,324.00	4,394.40	1,863,225.60	73.49
MOENA	2,113.00	1,267.80	537,547.20	100.63
PANGUANA	739.00	443.40	188,001.60	55.40
PASHACO	3,574.00	2,144.40	909,225.60	45.23
PUMAQUIRO	701.00	420.60	178,334.40	160.55
QUINILLA COLORADA	3,705.00	2,223.00	942,552.00	90.45
REQUIA	296.00	177.60	75,302.40	60.49
SHIHUAHUACO	10,871.00	6,522.60	2,765,582.40	140.77
TORNILLO	10,271.00	6,162.60	2,612,942.40	120.42
UTUCURO	59.00	35.40	15,009.60	55.40
YACUSHAPANA	2,586.00	1,551.60	657,878.40	80.28
OTROS	16,937.00	10,162.20	4,308,772.80	84.80
TOTAL	135,727.00	81,436.20	34,528,948.80	107.92
				PROMEDIO

*Fuente: elaboración propia*

<sup>1</sup> Gobierno Regional de Ucayali, Dirección Ejecutiva de Flora y Fauna Silvestre (2012)

<sup>2</sup> Considerando un factor de conversión de madera rolliza en aserrada de 0.6

<sup>3</sup> El pie tablar (pt) es una unidad de medida de madera aserrada, que equivale al volumen contenido en una pieza de madera aserrada que tiene 1 pulgada de espesor con 1 pie de ancho y largo.

<sup>4</sup> Precio de madera rolliza en Pucallpa (Ucayali), obtenido a través de encuestas realizadas en centros de comercialización de madera aserrada.

Según la actividad, en la Tabla 21 se describen los costos de producción por hectárea y año. Los costos de producción de madera rolliza están referidos a las actividades de aprovechamiento forestal, así como a los gastos administrativos. El mayor costo en Concesiones

Forestales está representado por las maquinarias y equipos con US\$ 98.91 ha año<sup>-1</sup>, debido a que el aprovechamiento en estos bosques es predominantemente mecanizado con alto impacto sobre las reservas naturales amazónicas.

Al respecto, el empleo de prácticas de *extracción forestal de impacto reducido* <sup>44</sup> puede brindar beneficios tanto económicos como ambientales. Se ha comprobado científicamente que este tipo de prácticas pueden servir para reducir las emisiones de carbono en hasta 40 toneladas por hectárea en comparación con técnicas convencionales de explotación (Putz *et al.*, 2008). Además de los beneficios ambientales que aporta, se ha comprobado que la extracción forestal de impacto reducido incrementa los rendimientos de madera rolliza producida en el bosque.

Tabla 21. Costos de Producción de Madera Rolliza en Ucayali (2012).

Descripción	Costos en US\$ / hectárea / año <sup>1</sup>	
	Concesiones Forestales	Bosques Secundarios
Tumbado y Trozado de Árboles	8.65	8.65
Construcción de Vías y Puentes	21.77	0.00
Expediente Técnico y Asesoría Forestal	1.18	0.00
Insumos	2.68	2.08
Inventario Forestal	2.55	2.55
Maquinarias y Equipos	98.91	3.89
Pago al Estado Natural	4.50	4.50
Transporte	32.92	4.33
Tratamiento Silvicultural	1.90	0.00
Derecho de Aprovechamiento	38.71	38.71
Gastos Administrativos	11.24	11.24
Salario Personal y Beneficios Sociales	58.45	58.45
<b>Total</b>	<b>285.27</b>	<b>136.22</b>

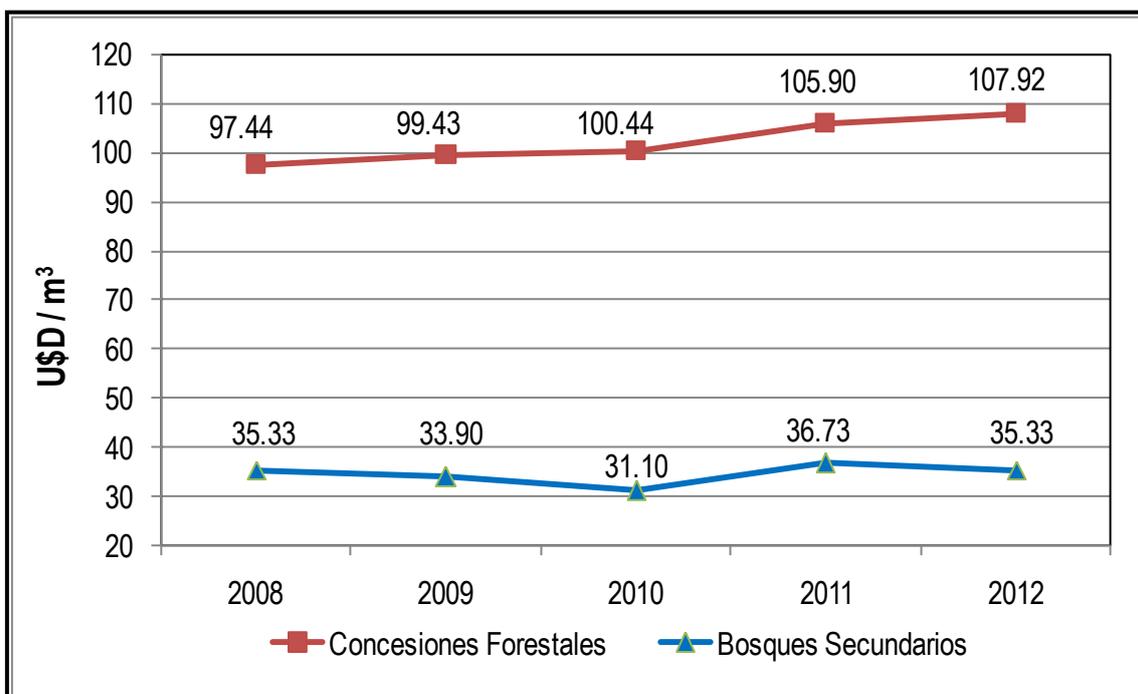
*Fuente:* elaboración propia

<sup>1</sup> Obtenidos a través de encuestas realizadas a concesionarios y usuarios de bosques secundarios sin manejo en la región Ucayali.

En la Figura 18 se muestra el precio promedio anual de madera aserrada, obtenido a través de encuestas realizadas en los diferentes centros de comercialización de madera en la región Ucayali. En Concesiones Forestales, se observa una leve tendencia creciente de los precios de madera aserrada debido a la creciente demanda de maderas duras para pisos

<sup>44</sup> La adopción de prácticas de *extracción de impacto reducido*, comprende: tala direccional de árboles dirigida a producir el menor impacto posible en el bosque circundante; corte de plantas trepadoras y lianas mucho antes de la tala; establecimiento de áreas de protección de cuencas y zonas de amortiguación junto a arroyos; utilización de tecnologías más avanzadas diseñadas para reducir la degradación de suelos causada por la tala de árboles; planificación exhaustiva tendiente a evitar la apertura excesiva de vías de acceso, entre otros.

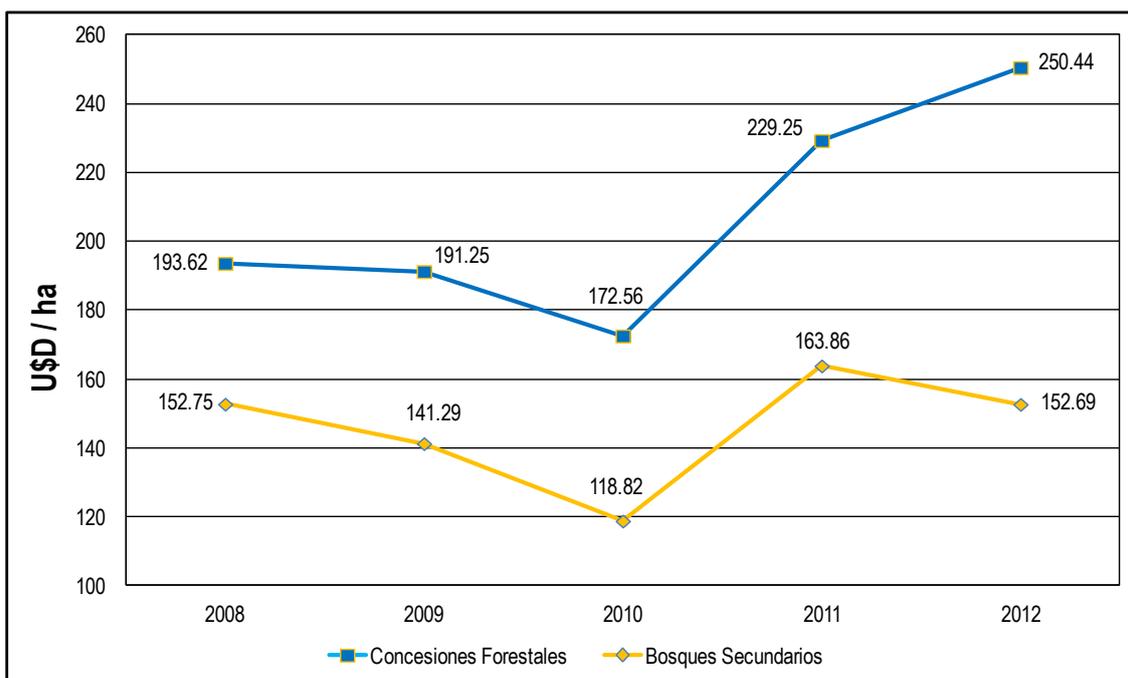
(Shihuahuaco: *Dipteryx odorata* y Quinilla Colorada: *Manilkara bidentata*) por parte del mercado asiático. En el caso de Bosques Secundarios, se percibe una mayor estabilidad en los precios de la madera. En general, se puede afirmar que, a pesar de la crisis económica mundial, se percibe una buena aceptación a nivel nacional e internacional de las especies maderables del bosque húmedo tropical.



Fuente: elaboración propia

Figura 18. Precio promedio anual de madera rolliza en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios de Ucayali (2008 - 2012).

En cuanto a la rentabilidad histórica, en la Figura 19 se observan tendencias similares para Concesiones Forestales y Bosques Secundarios. En el período evaluado, la rentabilidad promedio obtenida en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios fue de US\$ 207.42 y US\$ 145.88 ha año<sup>-1</sup>, respectivamente. En general, se perciben fluctuaciones en la rentabilidad de estos tipos de aprovechamiento del bosque, debido a un mercado caracterizado por la incertidumbre en el abastecimiento de la madera rolliza de bosques naturales. El aprovechamiento maderable de los bosques nativos amazónicos se distingue por una excesiva dependencia de diversos factores, tales como los climáticos (frecuencia e intensidad de lluvias), mercado (demanda irregular), rendimientos (incapacidad de prever defectos en árboles de bosques naturales), entre otros.



Fuente: elaboración propia

Figura 19. Rentabilidad histórica en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios Sin Manejo de Ucayali (2008 - 2012).

## 5.2. Productos de Fauna silvestre

Estrada (2012) realizó un diagnóstico general de las características de la caza y comercialización de productos de fauna silvestre amazónica en la región Ucayali (Perú). Las zonas de estudio fueron: Aguaytía, Atalaya, Campo Verde, Masisea, Nueva Requena, Purús y Pucallpa, y diversas comunidades nativas y rurales. La información reportada en la mencionada investigación fue actualizada a través de encuestas realizadas en la Región Ucayali.

Los productos de fauna silvestre que se consideraron en la presente investigación, fueron los siguientes: en mercado urbanos (carne fresca y ahumada; huevos de tortuga y lagarto; animales vivos), en el sector rural (carne fresca y ahumada) y pieles de pecaríes (Sajino: *Pecari tajacu* y Huangana: *Tayassu pecari*) de calidad de exportación. De esta manera, los ingresos se determinaron con el precio unitario por producto (Tabla 22).

Se encontró que existe una demanda permanente de animales vivos, carne “de monte” y otro despojos faunísticos en los principales centros de abastos de las ciudades en estudio; estimándose para el año 2,009 una comercialización, en los mercados de Pucallpa, de 24,886 kg de carne de monte equivalente a 3,528 individuos de fauna silvestre. Los mamíferos y las aves agrupan la mayor cantidad de especies de caza en la zona de estudio, existiendo especies de fauna silvestre en situación de vulnerables o amenazadas que son cazadas para consumo de

subsistencia y comercialización en la zona de estudio; siendo las especies sajino (*Pecari tajacu*), venado (*Mazama spp*) y majáz (*Cuniculus paca*), las carnes más comercializadas en los mercados de Pucallpa.

Tabla 22. Producción y Precio de Comercialización de Productos de Fauna Silvestre en Ucayali (2012).

Producto	Nombre Común	Nombre Científico	N° de Individuos	Peso kg	Precio Unitario <sup>1</sup> US\$
CARNE EN MERCADOS URBANOS	MAJÁZ	<i>Cuniculus paca</i>	.....	5,440.0	8.43
	SAJINO	<i>Pecari tajacu</i>	.....	20,043.1	6.79
	VENADO	<i>Mazama spp</i>	.....	4,800.0	5.79
	HUANGANA	<i>Tayassu pecari</i>	.....	18,540.5	4.15
	PAUJIL	<i>Crax mitu</i>	.....	176.3	8.30
	SACHAVACA	<i>Tapirus terrestris</i>	.....	1,125.4	5.28
	MAQUISAPA	<i>Ateles chamek</i>	.....	395.9	3.02
	CARACHUPA	<i>Dasybus spp</i>	.....	923.5	4.06
	MONO CHORO	<i>Lagothrix lagotricha</i>	.....	245.0	3.40
	MOTELO	<i>Chelonoidis denticulata</i>	.....	1,123.1	2.26
HUEVOS EN MERCADOS URBANOS	TORTUGA	<i>Chelonoidis denticulata</i>	.....	600.0	14.15
	LAGARTO	<i>Melanosuchus niger</i>	.....	225.0	20.75
CARNE EN SECTOR RURAL <sup>2</sup>		Varias especies	.....	154,296.4	2.06
ANIMALES VIVOS EN MERCADOS URBANOS	AÑUJE	<i>Dasyprocta spp</i>	60	.....	16.98
	MUSMUQUI	<i>Aoutus spp</i>	160	.....	7.55
	MONO ARDILLA	<i>Saimiri sciureus</i>	250	.....	8.49
	MONO CHORO	<i>Lagothrix lagotricha</i>	105	.....	43.40
	MONO NEGRO	<i>Cebus apella</i>	250	.....	18.87
	MONO MAQUIZAPA	<i>Ateles chamek</i>	98	.....	22.64
	TARICAYA	<i>Podocnemis unifilis</i>	360	.....	9.43
	MOTELO	<i>Chelonoidis denticulata</i>	290	.....	13.21
	MATA MATA	<i>Chelus fimbriatus</i>	89	.....	3.77
	LORO DE CABEZA GRIS	<i>Aratinga weddellii</i>	450	.....	2.83
	PIHUICHO	<i>Brotogeris sanctae-thomae</i>	687	.....	2.64
	LOROS GRANDES	<i>Amazona ochorocephala</i>	248	.....	41.51
	GUACAMAYO	<i>Ara spp</i>	104	.....	84.91
PIELES <sup>3</sup>	SAJINO Y HUANGANA	<i>Pecari tajacu</i> y <i>Tayassu pecari</i>	13,828	.....	19.10

Fuente: elaboración propia

<sup>1</sup> Obtenido a través de encuestas realizadas en zonas urbanas y rurales de la región Ucayali.

<sup>2</sup> Se realizó la comparación de la proporción de cosecha de fauna silvestre usado en el sector rural con la proporción que se vendió en Mercados de la Región Ucayali. En general, solamente el 25.5 % de la cosecha de carne de fauna silvestre se vendió en los Mercados de la región Ucayali. El resto fue consumido por el sector rural como alimento de subsistencia o se vendió en centros poblados vecinos.

<sup>3</sup> Se consideraron las pieles de calidad de exportación. Llellish *et al* (2007) afirman que en Ucayali el 64 % del total de pieles de pecarías (*Sajino* y *Huangana*) tienen calidad de exportación y el 9 % representa a las pieles de primera calidad.

La cacería de fauna silvestre proporciona, en forma predominante, ventajas económicas primarias a los cazadores de Masisea, Nueva Requena y Purús; y secundarias a los cazadores de Aguaytía, Atalaya y Pucallpa. En las zonas de Masisea, Nueva Requena y Purús, el componente faunístico es fundamental en la dieta alimenticia de los pobladores locales, a los cuales puede generar ingresos económicos adicionales producto de la comercialización de productos de la fauna silvestre.

Según la Tabla 23, los mayores ingresos por comercialización de fauna silvestre se obtienen con la carne consumida en la zonas rurales y urbanas con US\$ 2.11 y US\$ 2.01 ha/año, respectivamente. Al respecto, la carne de fauna silvestre es fundamental en la dieta alimenticia de los pobladores amazónicos, por lo cual, es necesario impulsar proyectos que promuevan la crianza de especies faunísticas en zocriaderos <sup>45</sup>. También deben resaltarse los ingresos generados por la comercialización internacional de pieles de pecaríes, cuyas especies también son susceptibles de ser manejadas a través de criaderos.

Tabla 23. Ingresos de los Diferentes Productos de Fauna Silvestre Comercializados en Ucayali (2012).

Detalle	Ingresos <sup>1</sup> US\$ / hectárea / año
<u>Mercado Urbano</u>	
Carne Fresca y Ahumada	2.01
Huevos de Tortuga y Lagarto	0.09
Animales Vivos	0.30
<u>Carne en el Sector Rural</u>	
Pieles de Pecaríes	1.75
Total	6.26

*Fuente: elaboración propia*

<sup>1</sup> Obtenidos a través de encuestas realizadas a concesionarios y usuarios de bosques secundarios sin manejo en la región Ucayali.

En relación a los costos, en la Tabla 24 se observa que los valores más significativos son la curtiembre de pieles y el transporte del producto a la zona de comercialización o consumo con US\$ 0.59 y US\$ 0.47 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente. En el caso del costo del proceso de curtiembre de las pieles de pecaríes, es un gasto que puede sostenerse a través de la exportación de estas pieles a diferentes mercados del mundo.

<sup>45</sup> Son granjas destinadas a la cría y levante de especies de fauna silvestre a nivel intensivo en ciclo cerrado dentro de un área determinada con fines científicos, comerciales, industriales y, de repoblación. Los zocriaderos están regidos y regulados a nivel local por la Dirección Ejecutiva Forestal y de Fauna Silvestre de Ucayali y a nivel nacional por el SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre) e internacionalmente por CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

Al respecto, Lleellish *et al* (2007) afirman que la carne de pecaríes es para consumo familiar y la piel se vende a intermediarios como bodegueros, regatones y almaceneros. Aproximadamente, el 67.4% del volumen de pieles de pecaríes acopiadas anualmente, corresponden a extracciones realizadas en el departamento de Ucayali; el resto, son pieles que proceden de otras localidades (Urubamba, Contamana, Pozuzo, Aguaytia, Tarapoto y Huanuco), pero que se comercializan en Pucallpa (Ucayali).

Tabla 24. Costos de los Diferentes Productos de Fauna Silvestre Comercializados en Ucayali (2012).

Descripción	Costos <sup>1</sup>
	US\$ / hectárea / año
Cartuchos calibre 12	0.08
Escopeta calibre 12	0.28
Insumos para preparación de "trampas"	0.06
Linternas y accesorios	0.04
Machete	0.03
Curtiembre	0.59
Transporte	0.47
Derecho de Aprovechamiento	0.09
Gastos Administrativos	0.20
<b>Total</b>	<b>1.82</b>

*Fuente: elaboración propia*

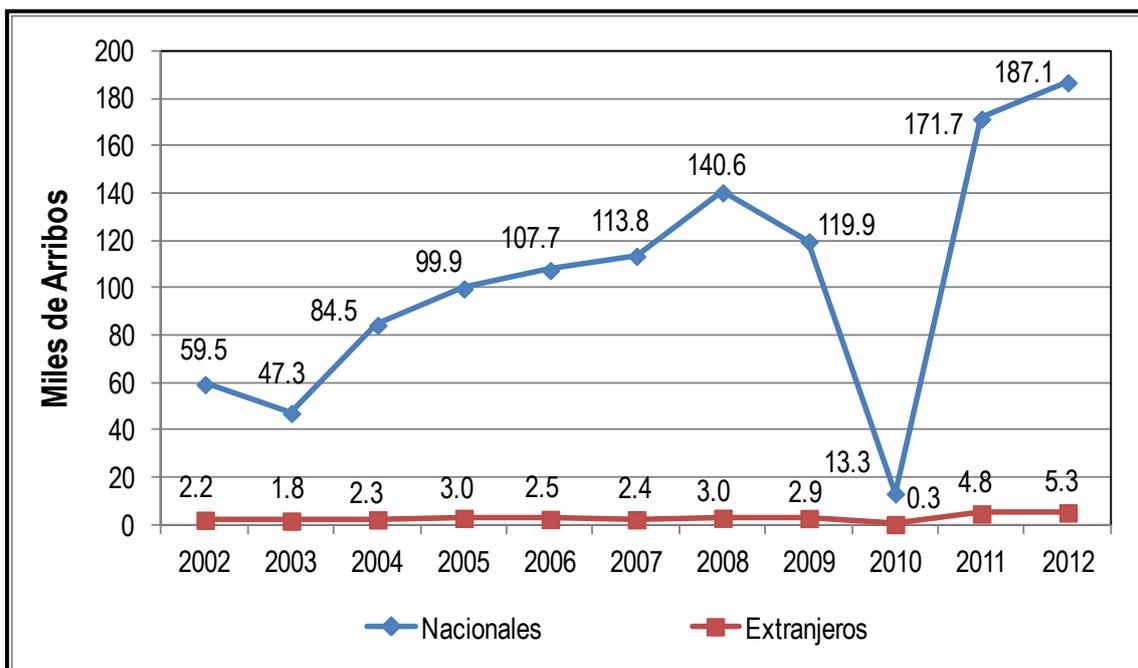
<sup>1</sup> Obtenidos a través de encuestas realizadas a concesionarios y usuarios de bosques secundarios sin manejo en la región Ucayali.

Los mayores ingresos se producen en los mercados urbanos de la región Ucayali, en donde la fauna silvestre se comercializa como carne (fresca y ahumada), huevos de tortuga y lagarto, y animales vivos. En el sector rural, el producto más importante es la carne, la cual es fuente de proteínas en la alimentación de los pobladores rurales. Es importante enfatizar que la comercialización de pieles de pecaríes ("Sajino": *Pecari tajacu* y "Huangana": *Tayassu pecari*) representa ingresos importantes en la región, por lo cual, debe impulsarse el manejo de estas especies en zocriaderos por los diferentes productos comerciales que pueden proporcionar (carne, pieles, otros).

### 5.3. Turismo

De acuerdo con información de la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo de Ucayali (Figura 20), el 2010 registró la menor cantidad de ingreso a Ucayali con 13,645 arribos

de visitantes a la región de los cuales 97.5% (13,299) fueron de origen nacional y 346 (2.5%) de origen extranjero. Coincidentemente, el 2010 se registró la menor rentabilidad histórica en Concesiones Forestales y Bosques Secundarios (Figura 19). Se puede inferir que la frecuencia de arribos a Ucayali está directamente relacionada con la comercialización de los diferentes productos madereros ofertados en la región, y no para actividades referidas al turismo convencional o al ecoturismo.



*Fuente: Dirección Regional de Comercio Exterior, Turismo y Artesanía de Ucayali.*

Figura 20: Arribos de Personas Nacionales y Extranjeras a Ucayali (2002 - 2012).

Para entender las dinámicas del turismo en Ucayali se utilizaron datos obtenidos de encuestas realizadas en locaciones turísticas de la región (Tabla 25). Para este análisis se aplicaron 485 encuestas realizadas en enero del 2013 (189 a visitantes internacionales y 296 para nacionales). Estos resultados reflejan las características y el perfil de visitantes de las áreas de la muestra solo para el mes de estudio. La edad de los encuestados está en el rango de 20 a 35 años. El análisis indicó que el 59.2% de los visitantes estuvieron en Ucayali por asuntos laborales o familiares, la diferencia (40.8%) afirmó que visitaron la región por motivos turísticos. En relación al gasto por turista, el promedio es de US\$ 66 por día, siendo la estadía por turista de 2 a 14 días por año.

Según León *et al* (2009) el gasto por visitantes extranjeros es muy superior en Tambopata (US\$ 100) respecto a Paracas (US\$ 50), Machu Picchu (US\$ 60) y Huascarán (US\$ 30). Los mismos autores afirman que el ecoturismo puede captar ingresos económicos para las

áreas protegidas, y los visitantes que no encuentren sitios donde gastar su dinero representan oportunidades perdidas. De esta manera, ingresos potenciales se estarían perdiendo comunidades locales y administradores de área debido a que los turistas no tienen facilidades para el pago de tarifas y para la compra de bienes y servicios.

Tabla 25. Resultados de Encuestas realizadas en Turismo para Ucayali (2013).

Descripción	N° de Encuestados	%
<u>Motivo del arribo</u>		
Trabajo, Familiar u otros	287	59.2
Turismo	198	40.8
<u>Días al año por turista</u>		
2	15	7.6
3	21	10.6
4	23	11.6
7	69	34.8
8	10	5.1
9	2	1.0
10	8	4.0
14	34	17.2
Otros	16	8.1
<u>Gastos por turista en US\$ / día</u>		
15 a 30	40	20.2
31 a 70	83	41.9
71 a 100	56	28.3
más de 100	19	9.6
<u>Días al año promedio por turista</u>		8.4
<u>Gasto promedio por turista en US\$ / día</u>		66.00

*Fuente: elaboración propia*

#### 5.4. Inventario de carbono

En la presente investigación se cuantificó la captura de carbono en un ecosistema forestal representativo de Bosque Secundario en la región Ucayali. Para este fin, se establecieron cinco (5) parcelas circulares de muestreo en el Bosque “Macuya” con diámetro de 11.28 m y una superficie de 100 m<sup>2</sup> cada una. Se realizaron muestreos de vegetación arbórea, sotobosque, hojarasca y necromasa.

En el Anexo 3 se muestran a las especies encontradas en las parcelas del Bosque Macuya. Los árboles agrupan al mayor número de especies (30) distribuidos en 19 familias botánicas. Para palmeras (Arecaceae) y liana (Fabaceae: *Bauhinia* sp) solo se reportaron 3 y 1

especie, respectivamente. La diversidad biológica en el Bosque Macuya representa un factor determinante en la producción y la productividad en términos de proveer servicios ambientales. Éste ecosistema tuvo en promedio 478 individuos por hectárea con diámetros mayores de 5 cm (Estrada, 2007). De la misma manera, se puede observar que cinco (5) especies acumulan el 57% del carbono almacenado en la biomasa aérea. Estas especies son: *Pterocarpus* sp (Fabaceae), *Pseudolmedia laevis* (Moraceae), *Eschweilera* sp (Lecythidaceae), *Sapium marmieri* (Euphorbiaceae) y *Manilkara* sp (Sapotaceae).

En la Tabla 26 se muestra la distribución del carbono almacenado en el bosque Macuya. Sumando los cuatro componentes aéreos del Bosque Macuya (biomasa aérea, sotobosque, hojarasca y necromasa) se obtuvo 152.96 t C ha<sup>-1</sup>.

Tabla 26. Carbono almacenado en el Bosque Macuya.

Biomasa del Fuste <sup>1</sup>		114.90 t / ha
Factor de Expansión de Biomasa <sup>2</sup>		2.25
Biomasa Aérea <sup>3</sup>		258.93 t / ha
Fracción de Carbono en Materia Seca		0.50 t C / t
Carbono Almacenado <sup>4</sup>	En el Fuste	57.45 t C / ha
	Aérea	129.47 t C / ha
Otros Componentes	Sotobosque <sup>5</sup>	2.81 t C / ha
	Hojarasca <sup>5</sup>	17.01 t C / ha
	Necromasa <sup>5</sup>	3.67 t C / ha
	Raíz <sup>6</sup>	19.42 t C / ha
	Suelo <sup>7</sup>	14.82 t C / ha
Total de Carbono Almacenado		187.20 t C / ha

Fuente: elaboración propia

<sup>1</sup> La biomasa del fuste de cada árbol es el producto del volumen del fuste y la gravedad específica o densidad básica de la madera según especie.

<sup>2</sup> El factor de expansión de biomasa se emplea para estimar la biomasa en ramas y en hojas, a partir de la biomasa en los fustes.

<sup>3</sup> La biomasa aérea total se obtiene al multiplicar la biomasa del fuste por el factor de expansión de biomasa.

<sup>4</sup> El carbono almacenado en la biomasa es el resultado de multiplicar a la cantidad de biomasa por el factor 0.5. En promedio, la materia vegetal seca contiene un 50% de carbono.

<sup>5</sup> Estimados en laboratorio.

<sup>6</sup> Se utilizó un porcentaje mínimo de 15% de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea (MacDicken, 1997).

<sup>7</sup> El carbono orgánico de suelos se estimó empleando información del análisis de caracterización de suelos del Bosque Macuya (Estrada, 2007).

La mayor parte de esta biomasa aérea se encuentra en el componente de fustes, ramas y hojas con 84.6%. Según Rodríguez-Laguna *et al.* (2007), aproximadamente el 90% de la biomasa acumulada en los árboles se encuentra en los bosques en forma de fustes, ramas, hojas, raíces y materia orgánica.

En el caso del carbono almacenado en la hojarasca y sotobosque/necromasa, éste representa 11.1 y 4.3%, respectivamente. Existe escasa literatura que hace referencia a la evaluación de la necromasa y hojarasca en los ecosistemas forestales; aunque consideran que es corto el tiempo que se mantendrá secuestrado el carbono, mucho de éste se incorpora al suelo quedando almacenado por muchos años (Rodríguez-Laguna *et al.*, 2007).

Las biomásas radicular y del suelo estimadas fueron de 19.42 y 14.82 t C ha<sup>-1</sup>, respectivamente, dando un total de 187.2 t C ha<sup>-1</sup> como biomasa aérea. El poco valor comercial que tiene la madera de las especies, en este ecosistema de Bosque Secundario, puede ser motivo para que aún se mantengan cantidades considerables de biomasa que puedan proporcionar servicios ambientales valiosos.

Los árboles que mantienen el carbono por largos periodos de residencia dan lugar al fenómeno llamado secuestro de carbono (Rodríguez-Laguna *et al.*, 2007). Para Cairns y Lasserre (2006) cualquier inversión en los bosques como sumideros de carbono no puede ofrecer grandes créditos netos para siempre, debido a que la fijación del carbono de un nuevo crecimiento se verá compensado por los débitos derivados de la descomposición, el incendio y la mortalidad.

## Capítulo 6. Gestión forestal en Ucayali - Perú

En éste capítulo se realizan propuestas de gestión forestal para Ucayali (Perú) a través de actividades orientadas a garantizar la protección a largo plazo de los bienes y servicios ambientales de los bosques húmedos de la región. Se realiza un análisis de la gobernanza forestal del Perú, de tal manera que se garantice la eficacia, calidad y buena orientación de la intervención del Estado, que contribuya a un manejo forestal más sustentable, incrementando la producción y comercialización de los recursos forestales en la región. De la misma manera, se presenta una evaluación crítica de la situación actual y proyección futura de las concesiones forestales. Finalmente, se realizan propuestas de gestión forestal para los bosques secundarios a partir de las tendencias de deforestación en Ucayali.

### 6.1. La Gobernanza Forestal en el Perú

La política forestal a partir de la década de 1970 consistió en reservar para la actividad empresarial del Estado y las empresas colectivas los mejores bosques, y otorgar sobre los bosques restantes contratos de extracción y permisos a pequeños extractores que supuestamente deberían hacer un aprovechamiento directo del recurso forestal sin intermediarios.

Con la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 21147 (1975), los derechos de aprovechamiento de los bosques se entregaban sobre pequeñas extensiones (hasta 1,000 ha) por plazos cortos (2 a 10 años) y sin la exigencia de planes de manejo forestal que garanticen la gestión sustentable del bosque. Los extractores de madera pagaban un canon de reforestación, por lo que, el Estado debía asumir la reforestación con los recursos recaudados. Lamentablemente, durante la vigencia de la norma, los avances en reforestación fueron exiguos.

De acuerdo con la Constitución Política de Perú promulgada en 1993, los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.

En ese sentido, la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308 (2002), se sustentaba en un sistema de otorgamiento de derechos sobre concesiones, en extensiones y con plazos que permitirían un manejo empresarial (mínimo 5,000 hectáreas y por 40 años). Esta norma pretendía introducir instrumentos de gestión sostenible basados en el ordenamiento territorial y planes de manejo, ampliando la percepción de aprovechamiento integral del bosque (servicios ambientales y productos forestales diferentes a la madera).

Desde el 2008, el Organismo de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) es la institución que se encarga de otorgar títulos de propiedad. Para el caso de la amazonia, los criterios, procedimientos e indicadores de regularización utilizados constituyen un factor crítico para la gestión forestal, ya que indirectamente se promueve la conversión del bosque en cultivos para obtener un título de propiedad. Si bien más de 10 millones de hectáreas han sido tituladas a comunidades nativas, una gran cantidad de comunidades aún no poseen títulos, a pesar que milenariamente viven en los bosques húmedos tropicales amazónicos peruanos. Según la Asociación Interétnica de Desarrollo de la Selva Peruana (AIDSESP), actualmente los nativos amazónicos tienen una demanda territorial pendiente por atender de unos 8 millones de hectáreas (Orozco *et al*, 2014).

De la misma manera, en el 2008 fue emitido el Decreto Legislativo 1090 (proyecto de Ley Forestal y de Fauna Silvestre), norma controvertida que fue declarada inconstitucional por la Comisión de Constitución del Congreso de la República, por lo cual, fue derogada en el 2009. Como resultado de la emisión de la Decreto Legislativo 1090, se produjo un enfrentamiento entre la Policía e indígenas en la región Amazonas (denominado “*Baguazo*”) que exigían su derogación por sentir que afectaba sus derechos. El resultado del conflicto dejó como resultado 33 muertos (entre policías y civiles).

En el año 2010, Congreso del Perú aprobó el proyecto de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 4141, como una norma que pretendía renovar el marco legal para la conservación, protección, incremento y uso sostenible del patrimonio y recursos forestales en el Perú. Aún cuando el gobierno indicó que el dictamen fue redactado luego de diversas audiencias públicas con organizaciones de comunidades campesinas y nativas; la realidad es que la norma fue aprobada con rapidez, con el pretexto que se constituía en una exigencia para la firma del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos.

En los últimos años se está efectuando la reforma institucional del sector forestal en Perú, tales como: proceso de reglamentación de la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 (2011); aprobación de la Política Nacional Forestal en 2013; creación del Servicio Nacional Forestal y de Fauna silvestre (SERFOR); entre otras. Con respecto al reglamento de la Ley N° 29763, el SERFOR está promoviendo la participación en la consulta previa, con el objetivo de recoger aportes de todos los sectores.

Debe enfatizarse que, desde el 2013, el ordenamiento de los bosques así como su gestión está a cargo del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAG). Al mismo tiempo, a través del proceso de regionalización y descentralización nacional, hasta el año 2013 se han transferido

las competencias forestales a ocho gobiernos regionales: San Martín, Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Amazonas, La Libertad, Tumbes y Ayacucho (Orozco *et al*, 2014).

Al respecto, la representatividad del sector forestal peruano, por el lado público, está dado por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), el cual depende a su vez del Ministerio de Agricultura. Esta dirección tiene jurisdicción hasta la producción de los bosques, tanto naturales como cultivados. La industria forestal y comercialización pertenecen a otros sectores económicos como el Ministerio de la Producción, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo y organismos descentralizados como la Comisión para la Promoción de las Exportaciones (PROMPEX), entre otros. Esta desarticulación quiebra la cadena de valor de productos forestales, que debería ser gestionada y analizada integralmente.

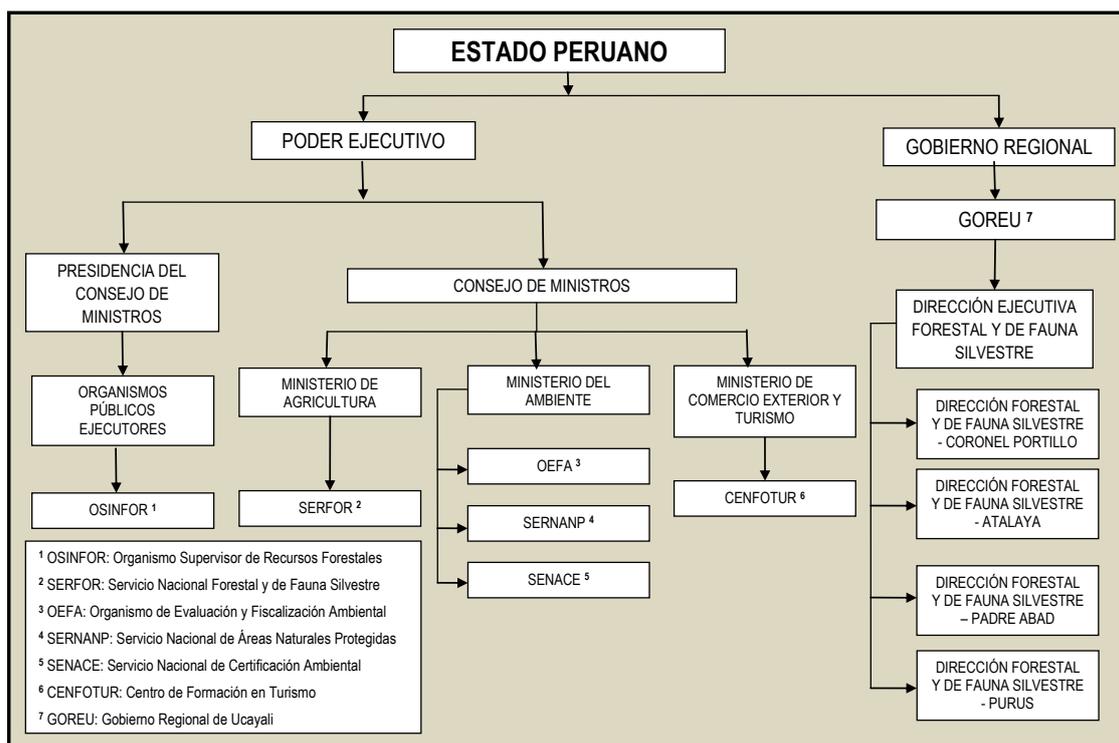
La participación de la sociedad civil está dada por gremios de productores y exportadores como la Cámara Nacional Forestal (CNF), la Corporación Nacional de la Madera del Perú (CORMADERA) y la Asociación de Exportadores (ADEX), así como por una serie de ONG's de corte principalmente conservacionista, como la Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (PRONATURALEZA), el World Wildlife Fund (WWF), la Sociedad Nacional del Ambiente (SNA), el Foro Ecológico y Conservación Internacional (CI), entre otras. También hay una participación reciente de organizaciones de poblaciones indígenas, entre las que merece destacar a la Comisión Nacional de Pueblos Andinos, Amazónicos y Afroperuanos (CONAPAAA) y la Asociación de Mujeres Campesinas de Ucayali (AMUCAU).

Asimismo, en cumplimiento de la legislación forestal vigente, fue creado el Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal (FONDEBOSQUE) que busca principalmente otorgar financiamiento a proyectos del sector privado con un máximo rendimiento en la transformación de productos forestales al estado natural, mediante la aplicación de tecnologías competitivas. De la misma manera, se creó el Organismo Supervisor de los Recursos Forestales Maderables (OSINFOR) y del Consejo Nacional Consultivo de Política Forestal (CONAFOR).

En la actualidad, en el Perú se está desarrollando un marco normativo institucional, con algunas iniciativas que buscan promocionar la valoración y el pago por mejorar, producir o conservar los servicios que prestan los bosques húmedos tropicales. En este sentido, el Congreso de la República aprobó la Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos N° 30215 (2014), dictamen de ley que busca diversificar el tipo de servicio ecosistémico por el que se recibiría una retribución. En vista de que se trata de una norma promotora que regula un acuerdo voluntario, el rol del Estado se limita a sentar las bases para el tratamiento de los servicios ecosistémicos. Al respecto, los servicios ambientales más promocionados están relacionados con la Reducción de Emisiones por Deforestación y

Degradación de los Bosques (REDD+), y con la provisión de agua de calidad, principalmente para consumo humano (Orozco *et al*, 2014).

En la Figura 21 se presenta un organigrama del sector forestal peruano. La institucionalidad ha resultado insuficiente para una adecuada gestión de la complejidad y extensión de los recursos forestales en el Perú. Claramente, existe una gran inestabilidad y desarticulación que se manifiesta tanto en el ámbito público como en el privado.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 21. Organigrama del Sector Forestal en el Perú.

En el organigrama del sector forestal peruano se demuestra la existencia de un centralismo agobiante, que no permite que los gobiernos regionales desarrollen sus actividades con plena autonomía. La región Ucayali tiene como principal actividad económica a la producción y comercialización de madera, por lo cual, existe una peligrosa dependencia económica. En este punto, se produce una desagradable coincidencia con el gobierno nacional, que basa su economía en actividades extractivistas como la minería. Actualmente, el Perú registró una desaceleración económica, logrando un crecimiento económico en el 2014 de solo 2.35%, luego de haberse registrado en el 2010 un PBI de 8.5%. Estas cifras, ubicaron al país como el segundo en el mundo con mejor crecimiento económico después de China. Es necesario para el Perú contar con un estado de primer nivel, para ello debe perfeccionar,

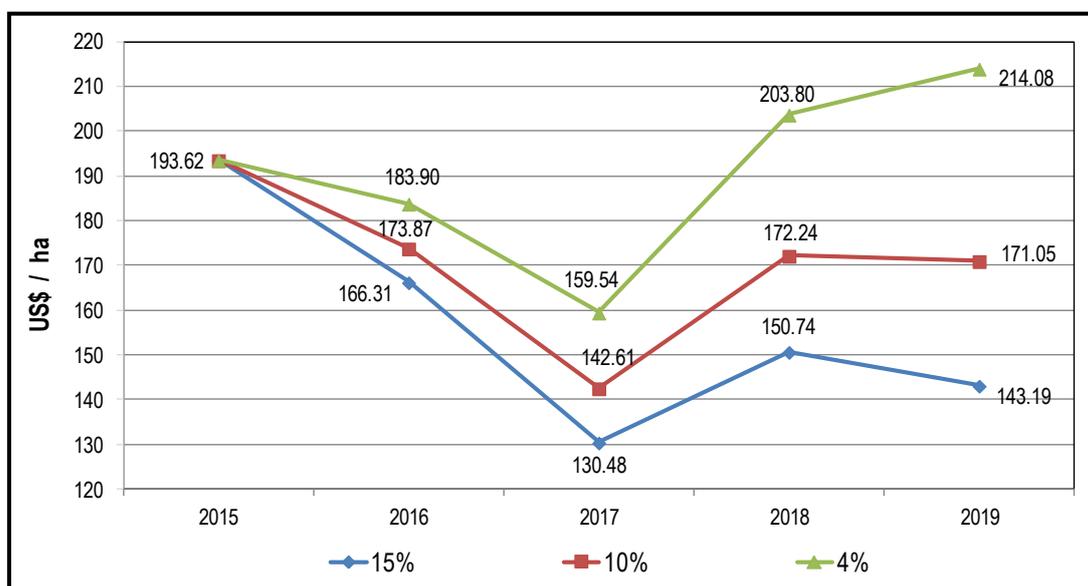
además de la meritocracia, la descentralización efectiva, la educación, la justicia, la infraestructura, la facilitación de inversiones y la diversificación productiva.

## 6.2. Escenario base

Se consideraron como escenario base al aprovechamiento forestal maderable en las concesiones forestales y los bosques secundarios de Ucayali. Los valores encontrados en este escenario, están representados por la valoración actual del aprovechamiento maderable y la comercialización de productos de la fauna silvestre amazónica.

### 6.2.1. Concesiones forestales

En la Figura 22, se presentan los beneficios netos para Concesiones Forestales sin Manejo según diferentes tasas de descuento. Para este fin, se han considerado escenarios conservadores, sin hacer supuestos de políticas de promoción para el desarrollo de estas actividades y con una intensidad de aprovechamiento maderable (IAM) de 4.47 m<sup>3</sup> por hectárea.



*Fuente: elaboración propia*

Figura 22. Beneficio Neto para Concesiones Forestales Sin Manejo en Ucayali Según Tasa de Descuento.

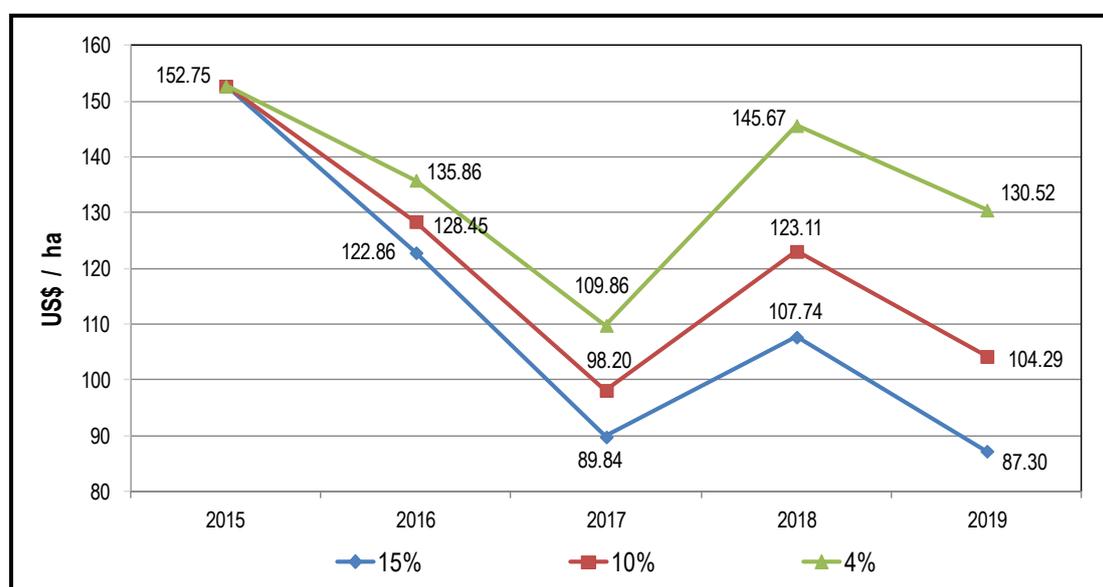
Como puede apreciarse, el beneficio neto obtenido para las Concesiones Forestales sin manejo es fluctuante, representando menores valores a medida que la tasa de descuento aumenta. Claramente, la actividad es rentable debido a que es prácticamente inexistente la

inversión por manejo y reposición del recurso forestal, que el Concesionario debería realizar por el producto extraído del bosque primario.

### 6.2.2. Bosques secundarios

En la Figura 23, se presentan los beneficios netos para Bosques Secundarios sin Manejo según diferentes tasas de descuento. Para este fin, se han considerado proyecciones conservadoras para el desarrollo de las actividades económicas consideradas (madera y fauna silvestre).

Como se aprecia, el beneficio neto obtenido en el aprovechamiento de los Bosques Secundarios sin manejo es fluctuante, representando menores valores a medida que la tasa de descuento aumenta. Aun cuando estas actividades son rentables, debido a que es inexistente la inversión en manejo forestal, esta situación es insostenible siendo necesario proyectar escenarios más acordes con el manejo sustentable de las áreas degradadas en Ucayali. A pesar de la rentabilidad registrada en los Bosques Secundarios sin manejo, es necesario garantizar que su aprovechamiento sea sostenible en el tiempo y además cubra las necesidades de calidad que demandan los usuarios (IIAP, 2009c).



Fuente: elaboración propia

Figura 23. Beneficio Neto para Bosques Secundarios Sin Manejo en Ucayali Según Tasa de Descuento.

### 6.3. Escenarios de gestión forestal

Para las concesiones forestales, se proyecta escenarios futuros con incrementos en la intensidad del aprovechamiento maderable (IAM) de  $6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  y  $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; e incrementos del precio de mercado en los diferentes productos de fauna silvestre (IPMFS) de 40% y 80%.

De la misma manera, para las superficies deforestadas se propone una restauración forestal empleando especies nativas con fines productivos, de protección y de recuperación de pastizales y bosques secundarios en sus primeras fases de sucesión (según clasificación propuesta por Spittler, 2001). Las propuestas específicas de gestión forestal para las superficies deforestadas en Ucayali (Anexo 4) son: plantaciones forestales de las especies nativas (Bolaina Blanca - *Guazuma crinita*; Caoba - *Swietenia macrophylla* y Tornillo - *Cedrelinga cateniformis*). El producto principal considerado del aprovechamiento forestal fue la madera rolliza. En el caso del Tornillo se plantea un sistema silvoagrícola en asociación con el Banano (*Musa spp.*) y el Cacao (*Theobroma Cacao*).

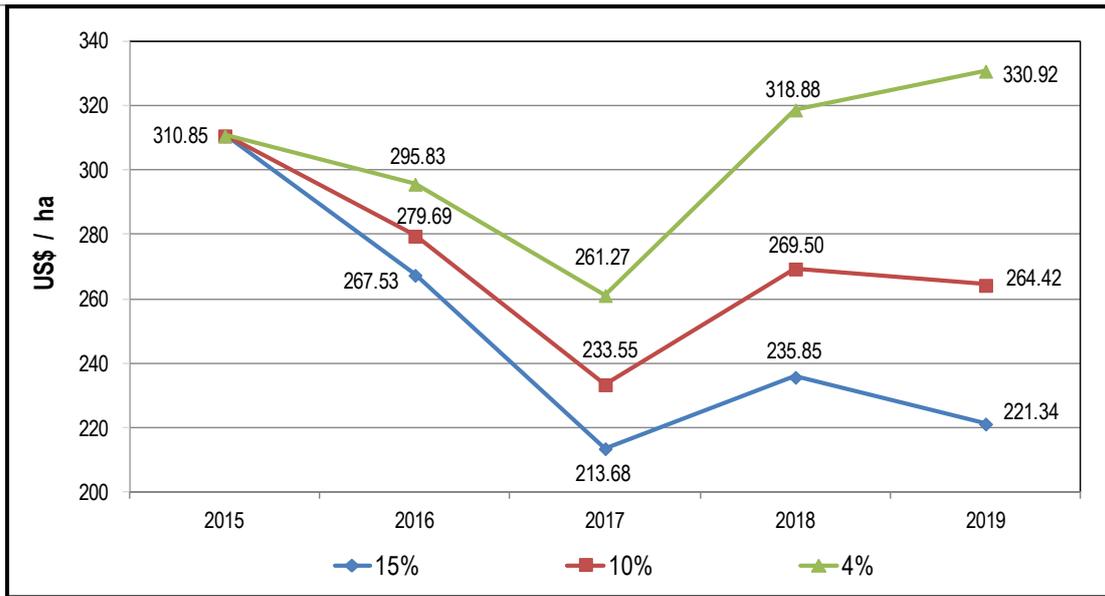
De la misma manera, se propone implementar proyectos de restauración ecológica en bosques degradados, según los cuales, los ingresos están representados por el desarrollo del turismo sustentable y la comercialización de bonos de carbono.

#### 6.3.1. Concesiones Forestales con incremento en la intensidad de aprovechamiento maderable

En las Figuras 24 y 25 se observa que el incremento de la intensidad de aprovechamiento maderable (IAM) genera beneficios netos superiores al obtenido con las actividades (madera y fauna silvestre) espacialmente combinadas (Figura 21).

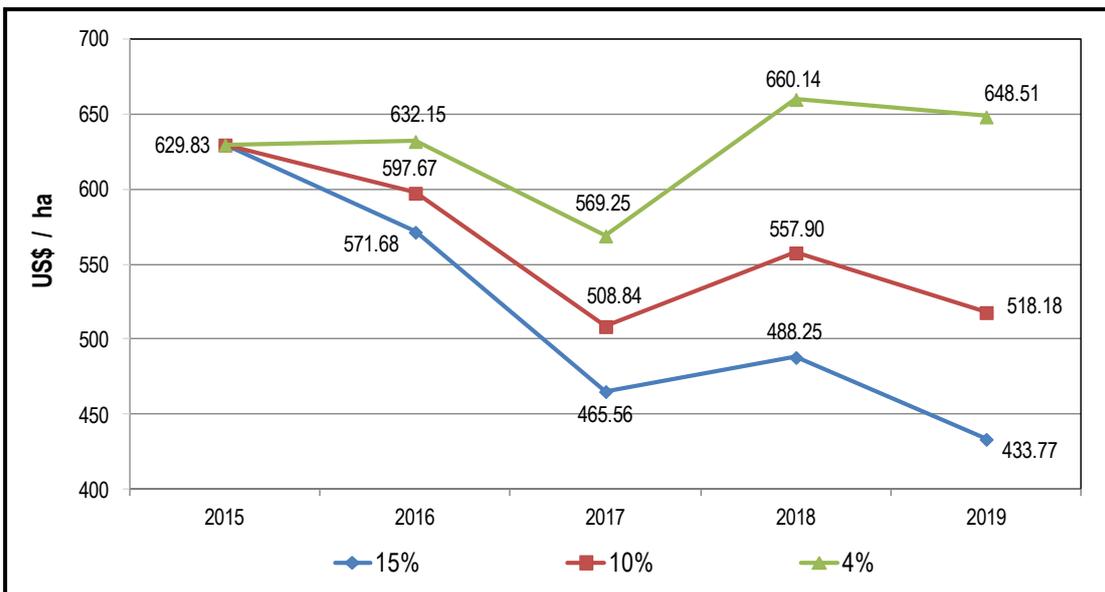
Según Wadsworth (2000), una intensidad de aprovechamiento sustentable está entre los 8 y  $10 \text{ m}^3$  por hectárea. Actualmente, en los bosques de producción en Ucayali se reporta una intensidad de aprovechamiento promedio de  $4.47 \text{ m}^3$  por hectárea.

Al respecto, un incremento en la intensidad de aprovechamiento maderable podría afectar negativamente en la biodiversidad florística y faunística del bosque natural, a niveles que aún desconocemos. Lo único cierto, según Estrada (2007), es que todavía no somos capaces de predecir cómo la biodiversidad puede afectarse como resultado de perturbaciones naturales o humanas en cualquier escala.



Fuente: elaboración propia

Figura 24 Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un  $IAM^1 = 6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  Según Tasa de Descuento. <sup>1</sup> Intensidad de aprovechamiento maderable (IAM)

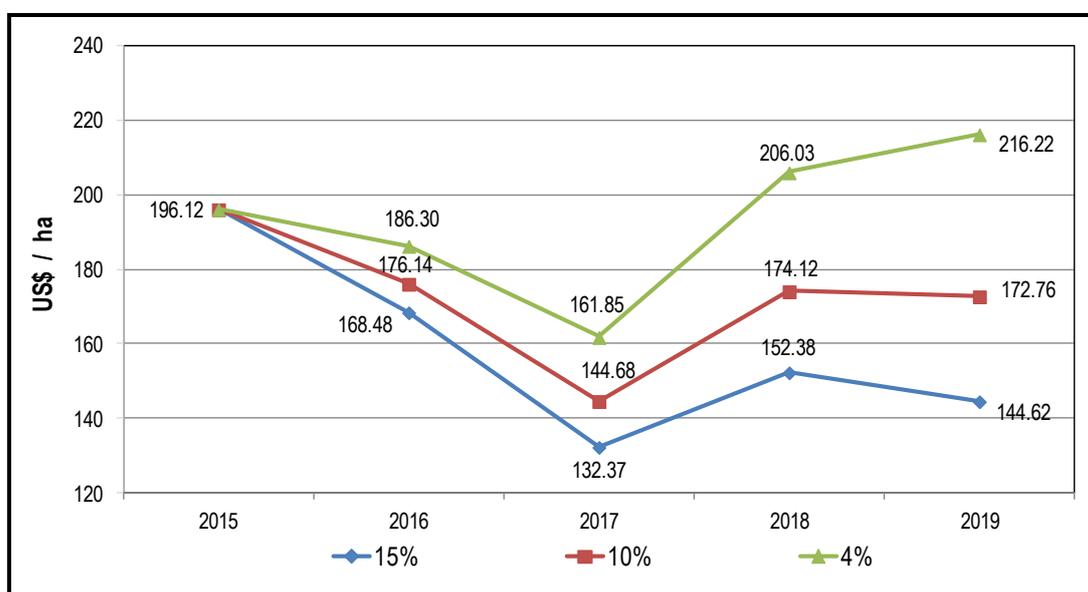


Fuente: elaboración propia

Figura 25 Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un  $IAM^1 = 10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  Según Tasa de Descuento. <sup>1</sup> Intensidad de aprovechamiento maderable (IAM)

### 6.3.2. Concesiones Forestales con incremento de los precios de mercado en productos de fauna silvestre

Al incrementar los precios de comercialización de los diferentes productos de fauna silvestre en la región Ucayali, en las Figuras 26 y 27 se aprecia que los beneficios netos obtenidos son inferiores, en cualquier tasa de descuento, a los valores alcanzados con el aprovechamiento maderable con incremento de la intensidad de aprovechamiento maderable (Figuras 24 y 25). Con seguridad, el recurso fauna silvestre es subvaluado en la región Ucayali, y el precio de mercado no representa un valor real.



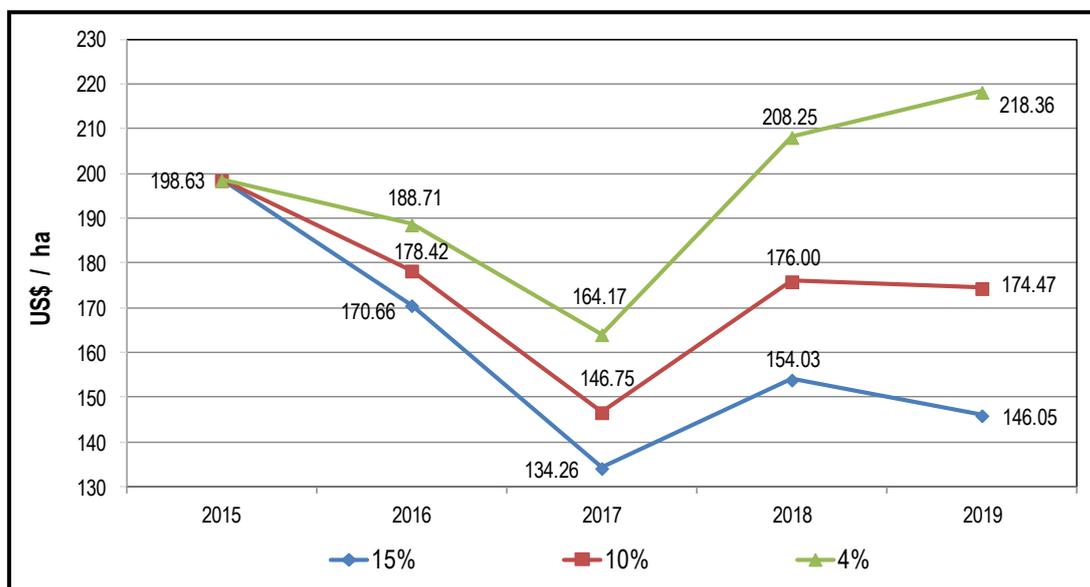
Fuente: elaboración propia

Figura 26. Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IPMFS<sup>1</sup> = 40% Según Tasa de Descuento.  
<sup>1</sup> Incremento en el precio de mercado de fauna silvestre (IPMFS)

Al respecto, debe indicarse que aún existen vacíos de información relacionados con las tasas de extracción de fauna silvestre amazónica que sean sostenibles para cada especie. Este indicador nos permitiría definir la cantidad de producto aprovechable por unidad de superficie, sin poner en riesgo la sostenibilidad de estas especies faunísticas.

En la región Ucayali la expansión de la caza sigue siendo una gran amenaza a la biodiversidad forestal. La desaparición de fauna silvestre está estrechamente vinculada a la seguridad alimentaria y los medios de vida de numerosos habitantes de zonas rurales de Ucayali (Estrada, 2012), debido a que muchos pueblos que viven de estos bosques tienen escasas

fuentes alternativas de proteína e ingresos. En Ucayali, coincidiendo con Nasi *et al.* (2008), las presiones de la caza no sostenible suelen estar vinculadas a actividades de tala.



Fuente: elaboración propia

Figura 27. Beneficio Neto para Concesiones Forestales en Ucayali con un IPMFS<sup>1</sup> = 80% Según Tasa de Descuento.

<sup>1</sup> Incremento en el precio de mercado de fauna silvestre (IPMFS)

### 6.3.3. Plantación de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*)

En la Tabla 27 se presentan los costos por sistema productivo en las plantaciones de Bolaina Blanca para Ucayali. Se observa que los mayores costos corresponden a los directos que alcanzan el 82.14 y 84.03% para plantaciones con manejo de regeneración natural y pura, respectivamente. Dentro de los costos directos, los mayores componentes están representados por la cosecha final y los servicios a terceros, ambos relacionados a la venta del producto final. Los costos indirectos representan el 17.86 y 15.97% para plantaciones con manejo de regeneración natural y pura, respectivamente.

Tabla 27. Estructura de Costos por Sistema Productivo de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita*) en Ucayali.

Descripción	Manejo de Regeneración Natural (MRN)		Plantación Pura (PP)	
	US\$ / ha	%	US\$ / ha	%
<b>Costos Directos</b>	2,361.00	82.14	2,701.00	84.03
Producción de Plantones	0.00	0.00	220.00	6.84
Instalación de la Parcela <sup>1</sup>	45.00	1.57	135.00	4.20
Mantenimientos <sup>2</sup>	130.00	4.52	270.00	8.40
Control de Recepción de Luz <sup>3</sup>	25.00	0.87	0.00	0.00
Corta de Mejora <sup>4</sup>	85.00	2.96	0.00	0.00
Cosecha Final <sup>5</sup>	1,827.67	63.59	1,827.67	56.86
Servicio de Terceros <sup>6</sup>	209.00	7.27	209.00	6.50
Herramientas <sup>7</sup>	39.33	1.37	39.33	1.22
Costos Indirectos <sup>8</sup>	513.33	17.86	513.33	15.97
<b>Total</b>	<b>2,874.33</b>	<b>100.00</b>	<b>3,214.33</b>	<b>100.00</b>

*Fuente: adaptado de IIAP (2009c)*

<sup>1</sup> MRN: apertura, selección y marcado, anillado; PP: apertura, alineamiento y estaqueo, poceado, plantación.

<sup>2</sup> Tres (3) limpiezas.

<sup>3</sup> Tres (3) aclareos.

<sup>4</sup> Dos (2) raleos.

<sup>5</sup> Apeo, trozado, transporte terrestre y fluvial, estiva.

<sup>6</sup> Uso de maquinaria de corte e insumos para el transporte fluvial.

<sup>7</sup> Machete, hacha, cavador y lampa.

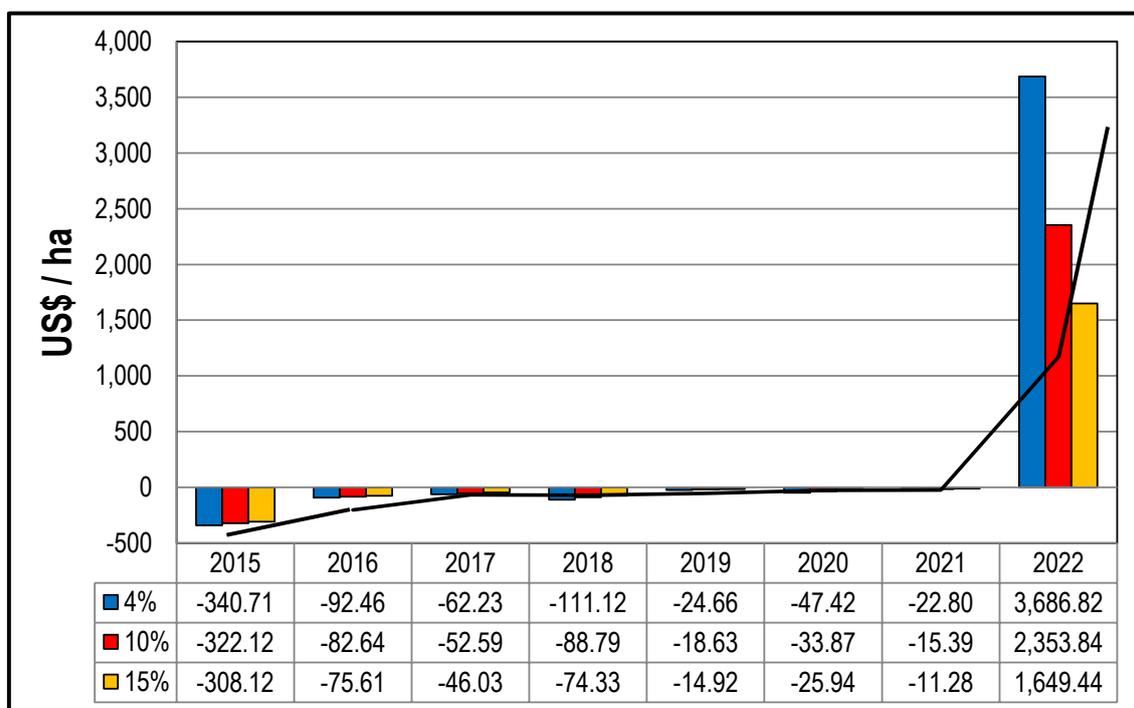
<sup>8</sup> Asistencia técnica profesional, permisos y autorizaciones, gastos administrativos.

Con los ingresos estimados y la estructura de costos, se estimaron los beneficios netos, a diferentes tasas de descuento, para plantaciones de Bolaina Blanca con manejo de regeneración natural y pura (Figuras 28 y 29).

En ambos casos se observa que la rentabilidad es negativa hasta el 7° año. En el 8° año, coincidiendo con la cosecha final, los indicadores de rentabilidad económica son positivos, obteniendo utilidades mayores a medida que disminuye la tasa de descuento.

Para garantizar ingresos más constantes es necesario considerar el manejo de Bolaina Blanca bajo el sistema de agroforestería, de tal manera que se eviten conflictos por el uso del suelo (IIAP, 2009c). En sistemas agroforestales, la Bolaina Blanca se asocia con otras especies anuales, arbustivas y leñosas temporales, presentando una configuración de un sistema en

multiestratos <sup>46</sup>. Las especies acompañantes deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del sitio de siembra. Al respecto, en un reporte de plantaciones de Bolaina Blanca en Ucayali (Perú), IIAP (2009c) afirma que ésta especie forestal se puede asociar satisfactoriamente con: arroz o maíz seguido de un cultivo de frijol caupí.



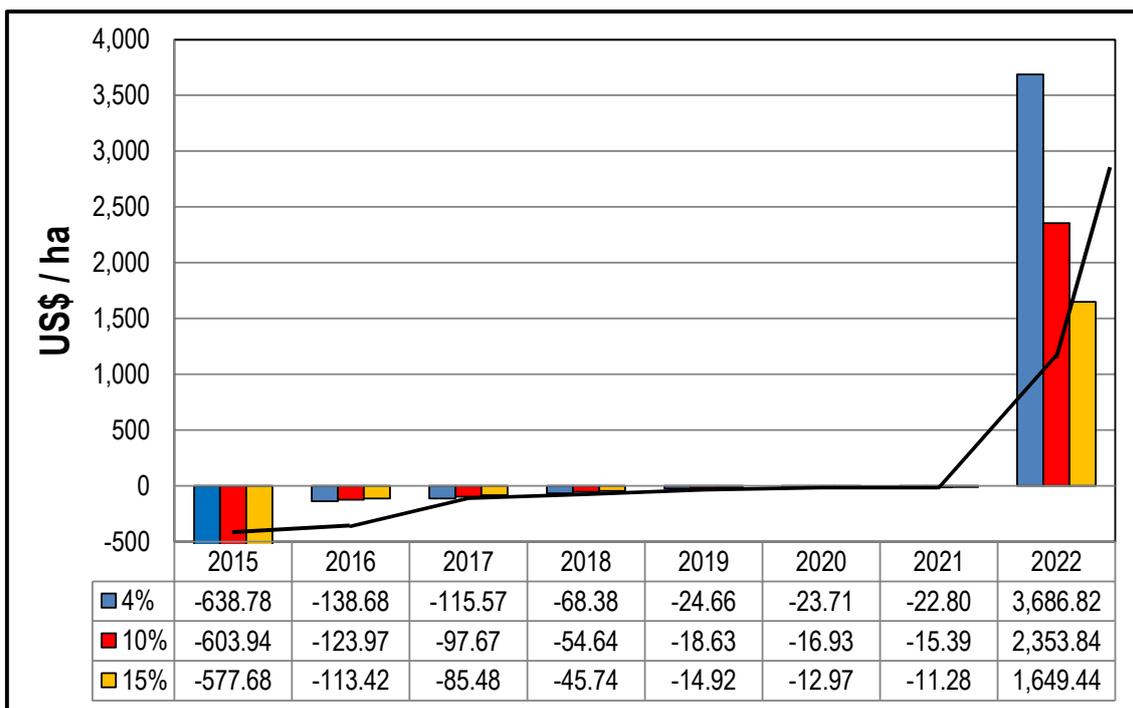
*Fuente: elaboración propia*

Figura 28. Beneficio Neto en Plantación con Manejo de Regeneración Natural de Bolaina Blanca en Ucayali Según Tasa de Descuento.

Es necesario enfatizar que la madera aserrada de Bolaina Blanca es un producto que ha logrado alcanzar una gran aceptación en el mercado regional y nacional. La mayor parte de la producción de madera de Bolaina Blanca es absorbida por reaserraderos <sup>47</sup> establecidos en Pucallpa (Ucayali) y Lima, quienes comercializan las tablillas a US\$ 45 el ciento (IIAP, 2009c).

<sup>46</sup> El sistema agroforestal multiestrato trata de simular al bosque natural, del cual se diferencia por la selección y ordenamiento de las especies arbóreas en el espacio y su producción en el tiempo de cada uno de los estratos. La producción del multiestrato se divide en dos grupos: primero, es el rendimiento de los cultivos de ciclo corto durante el primer año de establecimiento de la plantación permanente; y segundo, el rendimiento del componente arbóreo, ya sea como fruto, leña, madera de construcción, latex u otros productos derivados del manejo adecuado del bosque.

<sup>47</sup> Los reaserraderos son instalaciones industriales en donde se realiza la transformación secundaria de la madera que procede de los aserraderos. Los productos transformados en los reaserraderos son consumidos por las carpinterías, comerciantes, usuarios, entre otros.



Fuente: elaboración propia

Figura 29. Beneficio Neto en Plantación Pura de Bolaina Blanca en Ucayali Según Tasa de Descuento.

#### 6.3.4. Plantación de Caoba (*Swietenia macrophylla*)

En la Tabla 28 se presentan los costos de una plantación pura de Caoba para Ucayali. Se observa que los mayores costos corresponden a la cosecha o corte final que alcanza el 95.23%. Este alto valor del costo de cosecha está relacionado con el uso intensivo de máquinas para el corte y el desembosque <sup>48</sup> (primario y secundario).

Otra de las actividades que resalta es el mantenimiento de la plantación con 3.2%. Esta inversión es necesaria debido a que la especie Caoba, presenta problemas fitosanitarios en la etapa de viveros y plantación por el ataque de la *Hypsiphyla grandella*, que es una plaga que ataca la yema apical de la planta, generando muerte o bifurcación de los individuos infectados. Puede afirmarse que la inversión requerida para la plantación de Caoba a lo largo de los 40 años, en valor corriente, alcanza a US\$ 28,961.67 por hectárea.

<sup>48</sup> La extracción de la madera o desembosque es una de las operaciones más importantes del aprovechamiento forestal, entendiendo esta operación como el transporte de la madera desde la zona de corta hasta la zona de depósito para su salida del bosque. La operación puede tener ciertos riesgos para el ecosistema forestal por lo que conviene ser especialmente cuidadoso con la elección del método de desembosque.

Tabla 28. Estructura de Costos en Plantación Pura de Caoba (*Swietenia macrophylla*) en Ucayali.

Descripción	Costos	
	US\$ / ha	%
Preparación del Terreno <sup>1</sup>	70.00	0.24
Siembra <sup>2</sup>	80.00	0.28
Insumos y Otros Materiales para Plantación <sup>3</sup>	306.67	1.06
Mantenimiento Primer Año <sup>4</sup>	60.00	0.21
Mantenimiento a Partir del Segundo Año <sup>5</sup>	865.00	2.99
Corte Final <sup>6</sup>	27,580.00	95.23
Total	28,961.67	100.00

*Fuente:* adaptado de IIAP (2009a)

<sup>1</sup> Rozo, tumba parcial, alineamiento y estaqueo.

<sup>2</sup> Poceo, plantado, fertilizado, distribución de plantas, transplante.

<sup>3</sup> Plantones y otros materiales.

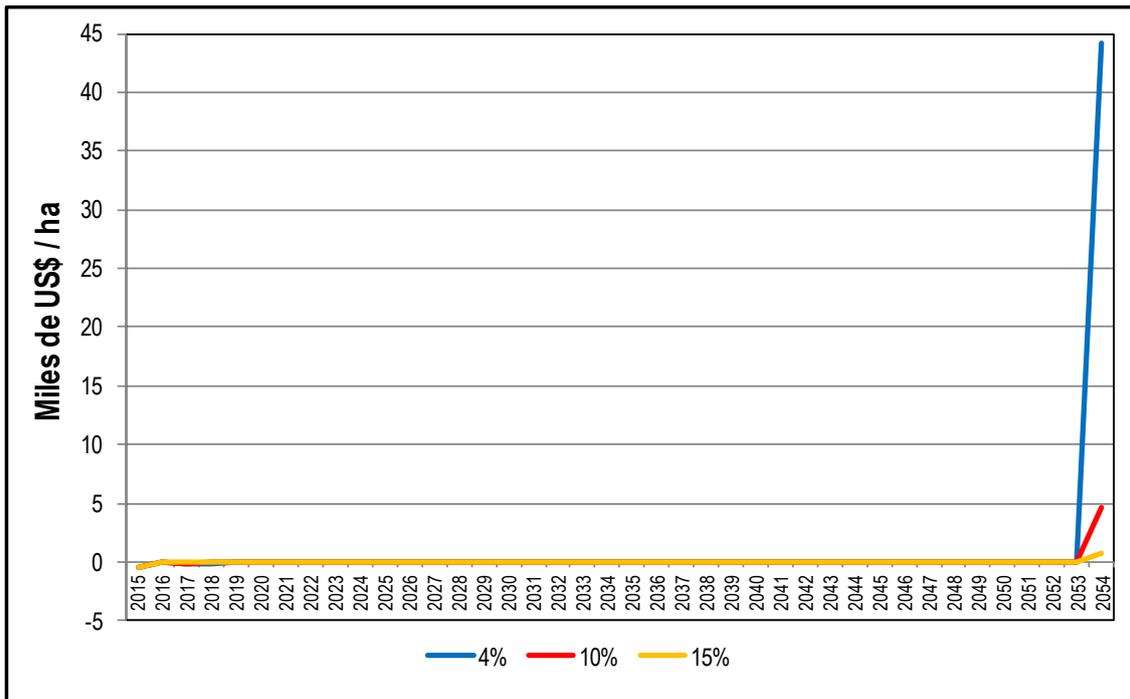
<sup>4</sup> Segunda fertilización y control fitosanitario.

<sup>5</sup> Fungicidas, insecticidas y fertilizantes, plazoleo, contro fitosanitario, fertilización, poda, protección.

<sup>6</sup> Extracción, arrastre, derechos forestales y mantenimiento vial.

Para asegurar ingresos en forma más periódica es necesario considerar establecer plantaciones de Caoba bajo el sistema de agroforestería, de tal manera que se eviten conflictos por el uso del suelo (IIAP, 2009a). En sistemas agroforestales, la Caoba se asocia con otras especies anuales, arbustivas y leñosas temporales, de tal manera que la asociación con cultivos alimenticios, se realiza desde el inicio de la plantación, de acuerdo con la época de siembra para cada una de las especies seleccionadas. Al respecto, en un reporte de plantaciones de Caoba en San Martín (Perú), IIAP (2009a) afirma que ésta especie forestal se puede asociar satisfactoriamente con: Cacao, Banano y varios cítricos.

En la Figura 30 se muestran los beneficios netos, a diferentes tasas de descuento, para plantaciones puras de Caoba en Ucayali.



Fuente: elaboración propia

Figura 30. Beneficio Neto en Plantación Pura de Caoba en Ucayali Según Tasa de Descuento.

Se observa que la rentabilidad es negativa hasta el 39° año. En el 40° año, coincidiendo con la cosecha final, los indicadores de rentabilidad económica son positivos, obteniendo utilidades mayores a medida que disminuye la tasa de descuento. Es importante resaltar que, con las tasas de descuento de 10 y 15%, los beneficios netos son mínimos a comparación de la rentabilidad obtenida con la tasa de descuento ambiental (4%), que es notoriamente mucho más alta. Se puede inferir que la tasa de descuento que garantiza una mayor rentabilidad del proyecto debe estar entre la tasa de descuento ambiental (4%) y la social (10%).

#### 6.3.5. Sistema Silvoagrícola con Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), Cacao (*Theobroma cacao*) y Banano (*Musa spp.*)

En la Tabla 29 se presentan los costos de un sistema silvoagrícola con Tornillo, Cacao y Banano para Ucayali. Se observa que los mayores costos corresponden a la cosecha o corte final que alcanza el 93.86%. Este alto valor del costo de cosecha está relacionado con el uso intensivo de máquinas para el corte y el desembosque (primario y secundario).

Tabla 29. Estructura de Costos en Sistema Silvoagrícola con Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), Cacao (*Theobroma cacao*) y Banano (*Musa spp.*) en Ucayali.

Descripción	Costos	
	US\$ / ha	%
Preparación del Terreno <sup>1</sup>	70.00	0.40
Siembra <sup>2</sup>	60.00	0.35
Insumos y Otros Materiales para Plantación <sup>3</sup>	222.00	1.28
Mantenimiento Primer Año <sup>4</sup>	10.00	0.06
Mantenimiento a Partir del Segundo Año <sup>5</sup>	700.00	4.05
Corte Final <sup>6</sup>	16,240.00	93.86
Total	17,302.00	100.00

*Fuente: adaptado de IIAP (2009b)*

<sup>1</sup> Rozo, tumba parcial, alineamiento y estaqueo.

<sup>2</sup> Poceo y plantado, fertilizado, transplante.

<sup>3</sup> Plantones

<sup>4</sup> Control fitosanitario.

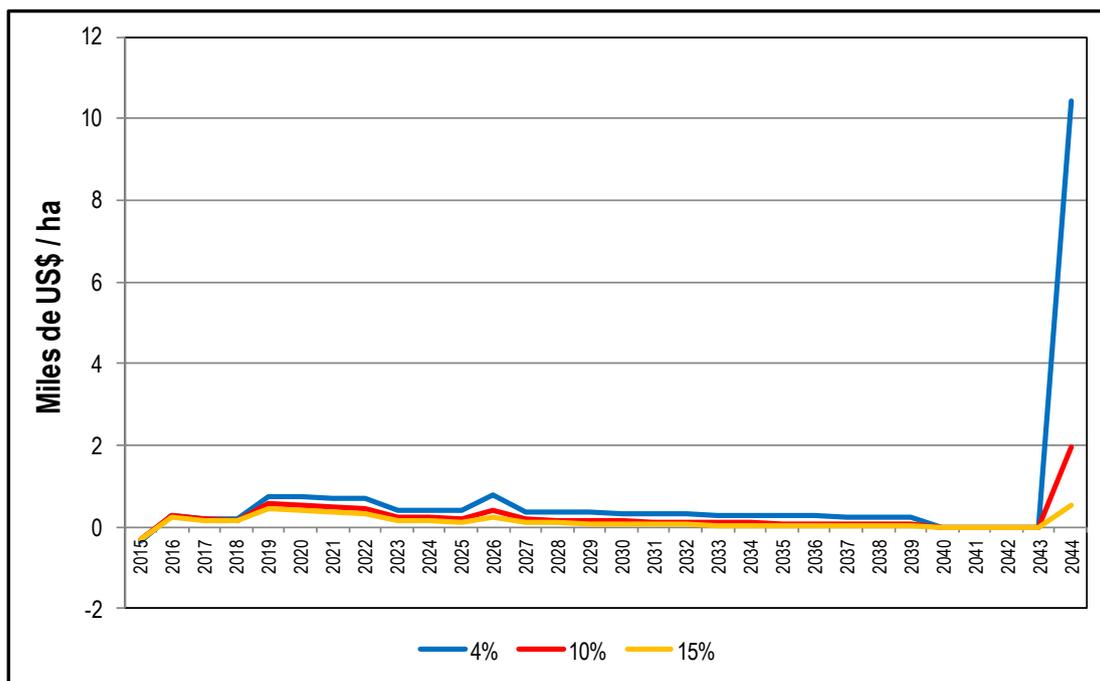
<sup>5</sup> Fungicidas e insecticidas, plazoleo, contro fitosanitario, poda, protección.

<sup>6</sup> Extracción, arrastre, derechos forestales y mantenimiento vial.

Otra de las actividades que resalta es el mantenimiento de la plantación con 4.11%. Esta inversión es necesaria debido a que la especie Tornillo, al ser una especie típicamente heliófita <sup>49</sup>, necesita de buenos niveles de iluminación natural para garantizar un buen desarrollo de los árboles, por lo cual, deben realizarse aperturas y limpiezas periódicas de la vegetación circundante. Puede afirmarse que la inversión requerida para la plantación de Tornillo asociada con Cacao y Banano a lo largo de los 30 años, en valor corriente, alcanza a US\$ 17,302.00 por hectárea.

En la Figura 31 se muestran los beneficios netos, a diferentes tasas de descuento, para plantaciones Tornillo asociadas con Cacao y Banano en Ucayali.

<sup>49</sup> Cualquier especie de planta que requiere de plena exposición a la luz solar para vivir y desarrollarse, y por lo tanto, son absolutamente intolerantes a la sombra, motivo por el cual las encontramos creciendo solamente en áreas descubiertas.



Fuente: elaboración propia

Figura 31. Beneficio Neto en Sistema Silvoagrícola con Tornillo, Cacao y Banano en Ucayali Según Tasa de Descuento.

Se observa que la rentabilidad solo es negativa durante el 1° año, es decir, durante el establecimiento de la plantación. Posteriormente, la rentabilidad es positiva debido a los ingresos proporcionados por el Banano (hasta el 8° año) y el Cacao (hasta el 25° año). Finalmente, luego de retirar al Cacao del sistema (año 25), el beneficio neto se hace negativo hasta llegar al año 30, que coincide con la cosecha final del Tornillo. En general, los indicadores de rentabilidad económica del sistema son positivos, obteniendo utilidades mayores a medida que disminuye la tasa de descuento. Es importante resaltar que, con las tasas de descuento de 10 y 15%, los beneficios netos son mínimos a comparación de la rentabilidad obtenida con la tasa de descuento ambiental (4%), que es notoriamente muy superior. Es posible deducir que la tasa de descuento que garantiza una mayor rentabilidad del proyecto silvoagrícola debe estar entre la tasa de descuento ambiental (4%) y la social (10%).

En la Tabla 30 se indican los ingresos y costos totales obtenidos según los sistemas productivos propuestos en Ucayali. En este apartado se consideraron los ingresos obtenidos por la venta de madera rolliza por la corta o cosecha final. De la misma manera, en el caso del Sistema Silvoagrícola, se adicionaron los ingresos por ventas del Cacao y el Banano.

Tabla 30. Ingresos y Costos Totales por Sistema Productivo en Ucayali.

Sistema Productivo	Edad años	Volumen rollizo m <sup>3</sup> /ha	Ingresos Totales			Costos Totales US\$/ha
			Madera	Cacao	Banano	
			US\$/ha	US\$/ha	US\$/ha	
→ <u>Bolaina Blanca</u>						
* Manejo de Regeneración Natural	8	101.12	7,145.66	.....	.....	2,874.33
* Plantación Pura	8	101.12	7,145.66	.....	.....	3,214.33
→ Plantación de Caoba	40	677.97	239,548.53	.....	.....	28,916.67
→ <u>Sistema Silvoagrícola</u>						17,257.00
* Tornillo	30	283.47	50,079.36	.....	.....	
* Cacao	25	.....	.....	13,720.00	.....	
* Banano	8	.....	.....	.....	2,386.67	

*Fuente: elaboración propia*

Los ingresos totales reportados en la presente investigación son bastantes conservadores, debido a que podrían incrementarse con las ventas de madera resultado de los “aclareos”<sup>50</sup> y “raleos”<sup>51</sup> realizados en las plantaciones forestales. En el caso del sistema silvoagrícola, el ingreso por madera representa el 75.7%, seguido del Cacao y el Banano con 20.7 y 3.6%, respectivamente. Debe resaltarse que, a diferencia del Cacao y el Banano, el ingreso más significativo por la venta de madera rolliza se obtiene en la cosecha final, al final del turno de la plantación. En cambio, el Cacao y el Banano proporcionan ingresos más continuos que podrían evitar posibles conflictos por el uso del suelo.

En relación a los costos totales, se puede observar que la plantación pura de Bolaina Blanca reporta mayores valores en comparación al manejo de regeneración natural, debido a la mayor inversión inicial realizada en la producción de plántones y establecimiento de la plantación en campo definitivo. Para las plantaciones de Caoba y Tornillo, los mayores costos están relacionados con el aprovechamiento mecanizado empleado en la cosecha final, en donde se hace uso intensivo de maquinarias de corte y desembosque (tractores forestales, camiones tronqueros, entre otros).

Los árboles acumulan y almacenan carbono en los tejidos leñosos, de modo que los bosques son sumideros de carbono (FAO, 1995). En la Tabla 31 se presentan los ingresos potenciales por carbono en plantaciones de Ucayali según las especies nativas propuestas.

<sup>50</sup> Técnica de silvicultura que consiste en eliminar o transplantar los árboles jóvenes que se agrupan en una plantación forestal (o en un bosque natural) para eliminar la competencia por espacio vital y luz solar.

<sup>51</sup> Corta de árboles que se realizan en un bosque, con el objeto de estimular el crecimiento en diámetro de los que quedan en pie.

Tabla 31. Ingresos Potenciales por Carbono en Plantaciones de Ucayali.

Especie	Edad	Secuestro de Carbono		Ingresos Potenciales por Carbono <sup>1</sup>	
	Años	t C / ha	t C / ha / año	US\$ / ha	US\$ / ha / año
Bolaina Blanca	8	46.64	5.83	517.71	64.71
Caoba	40	350.85	8.77	3,894.42	97.36
Tornillo	30	143.51	4.78	1,592.91	53.10

*Fuente: elaboración propia*

En orden descendente, los niveles de almacenamiento de carbono por especie son: 350.85, 143.51 y 46.64 toneladas de Carbono por hectárea ( $t\ C\ ha^{-1}$ ), para Caoba, Tornillo y Bolaina Blanca, respectivamente (Anexo 6). Brown (1997) estima que los ecosistemas forestales tropicales pueden almacenar de 46 a 183  $t\ C\ ha^{-1}$ . Según Molina y Paíz (2002), las plantaciones de árboles de breve rotación y rápido crecimiento pueden almacenar de 8 a 78  $t\ C\ ha^{-1}$  según las especies, lugares y duración de la rotación.

Según Pérez *et al* (2005), las especies exóticas presentan mayor potencialidad que las nativas en captura y almacenamiento de carbono. Para especies exóticas y nativas, alcanza valores promedios de 18.13 y 9.13 toneladas de carbono por hectárea y año ( $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$ ), respectivamente. Los mismos autores afirman que, en plantaciones puras, los ingresos promedios están en el orden de US\$ 200 y US\$ 100  $ha^{-1}\ año^{-1}$ , para especies exóticas y nativas, respectivamente. Al respecto, en orden descendente, los ingresos potenciales por carbono son: US\$ 97.36, US\$ 64.71 y US\$ 53.10  $ha^{-1}\ año^{-1}$ , para Caoba, Bolaina Blanca y Tornillo, respectivamente.

Finalmente, en Costa Rica se han realizado estudios de fijación de carbono que mostraron los siguientes resultados: en bosque tropical húmedo hasta 16.7  $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$  (Molina y Paíz, 2002) y en bosque húmedo premontano 5.1  $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$ . En bosques de altura, Segura *et al* (1999), encontró que la cantidad de carbono almacenado para el *Quercus costarricensis*, con manejo silvicultural fue de 56  $t\ C\ ha^{-1}$  y la tasa de fijación anual para todo el bosque, considerando todas las especies fue de 1.87  $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$ . En la cordillera central de Costa Rica, la tasa de fijación anual de carbono varía entre 1.9 y 2.6  $t\ C\ ha^{-1}\ año^{-1}$ , dependiendo de la gravedad específica y de la fracción de carbono de las especies.

Los proyectos de restauración forestal también pueden crear créditos de carbono, que son negociables bien en el mercado regulado, de acuerdo con las obligaciones del Protocolo de

Kyoto <sup>52</sup>, bien en el mercado voluntario, que permite la compra de contrapartidas de carbono para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (Brancalion *et al*, 2012).

El valor del mercado voluntario del carbono forestal es de millones de dólares por año (Stanton *et al.*, 2010); y el mercado continúa expandiéndose, en parte porque las empresas que tienen interés en compensar sus emisiones de gases de efecto invernadero son siempre más numerosas, y en parte porque los beneficios económicos que pueden resultar de ello son atractivos para los propietarios de tierras. En promedio, las plantaciones mixtas de árboles nativos en el bosque atlántico acumulan 15 toneladas de equivalente de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) por hectárea por año (t eq CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) (Brancalion *et al*, 2012), y por consiguiente unas 450 t eq CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> en 30 años (duración habitual de un contrato de créditos de carbono).

El precio que alcanzan los créditos de carbono en los proyectos de reforestación es sumamente variable. En 2011, los créditos de carbono latinoamericanos se negociaban en el mercado voluntario a un precio promedio de 11 dólares EE.UU. por tonelada de equivalente de CO<sub>2</sub> (Peters-Stanley y Hamilton, 2012).

Un contrato estipulado bajo estos términos tendría un valor de 3 300 dólares EE.UU. por hectárea durante el período de 30 años (un ingreso anual medio de 110 dólares EE.UU.). Una cantidad de ese monto cubriría todos los costos relativos a los proyectos de regeneración forestal natural asistida, pero quizá no todos los costos de los proyectos de restauración que contemplan plantación de árboles (Brancalion *et al*, 2012).

Y, lo que es más importante, los pagos por créditos de carbono recibidos en los primeros años de un proyecto de restauración forestal contribuirían a compensar a los propietarios de tierras por la falta de ingresos derivados de la madera, de los productos forestales no maderables y de la ganadería extensiva o la agricultura.

Una limitación de las ganancias que provienen de los créditos de carbono obtenidos de la reforestación con árboles nativos es que el coste de los procesos de certificación y validación es alto (De Camino y Alfaro, 1998); resulta pues tentador utilizar en vez de esos árboles especies de crecimiento rápido. Para reducir los costos que recaen sobre los individuos sería necesario implantar estrategias y políticas públicas que inciten a los propietarios de tierras a reunirse en agrupaciones.

---

<sup>52</sup> El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que causan el calentamiento global. El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto (Japón), pero no entró en vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo.

### 6.3.6. Restauración ecológica

En la Tabla 32 se presentan los costos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali.

Tabla 32. Estructura de Costos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali.

Descripción	Costos	
	US\$ / ha	%
Estudios de Línea Base	14.67	3.53
Infraestructura y Equipos	20.11	4.84
Recuperación de Áreas Degradadas	53.33	12.85
Educación Ambiental	11.11	2.68
Programa de Turismo Sustentable	5.56	1.34
Determinación de la Capacidad de Carga Turística	4.44	1.07
Promoción del Turismo Sustentable	5.56	1.34
Tecnificación del Manejo Agropecuario	2.78	0.67
Manejo del Agua	4.44	1.07
Monitoreo y Evaluación de los Ecosistemas y Recursos del Bosque	122.22	29.44
Monitoreo del Impacto del Turismo y Otros Proyectos de Desarrollo	4.44	1.07
Monitoreo del Uso de Recursos	55.56	13.38
Establecimiento de una Base de Datos sobre el Estado de los Recursos del Bosque	44.44	10.70
Difusión de Resultados del Proyecto a Corto y Largo Plazo	55.56	13.38
Proceso de Certificación Inicial por Carbono <sup>1</sup>	5.56	1.34
Mantenimiento de Certificación por Carbono <sup>2</sup>	5.43	1.31
Total	415.21	100.00

*Fuente: Adaptado de Álvarez et al (s.f.)*

<sup>1</sup> Los costos por el proceso de certificación inicial están asociados a la escala productiva del productor o empresa. Se trata de costos relativamente altos, en gran medida costos fijos, lo que implica un mayor costo relativo cuanto menor sea la parcela de bosque a certificar. De Camino y Alfaro (1998) en base a un relevamiento de seis bosques nativos en Centroamérica mencionan costos crecientes entre US\$ 0.45 por hectárea (para un predio de 36,000 hectáreas) a US\$ 10.66 por hectárea (para un predio de 750 hectáreas), para la certificación inicial. En la presente investigación se trabajó con un valor promedio.

<sup>2</sup> El costo anual de verificación es idéntico en todos los casos, lo que implica un costo por hectárea de US\$ 0.055 en el caso de las 36,000 hectáreas, de US\$ 2.66 en el caso de las 750 hectáreas. En la presente investigación se trabajó con un valor promedio.

Se observa que los mayores costos corresponden al monitoreo y evaluación de los ecosistemas y recursos del bosque que alcanza el 29.44%. Este costo se ejecuta antes y durante la ejecución del proyecto, y comprende las siguientes actividades: estudios de monitoreo de ecosistemas (flora y fauna); establecimiento de estaciones meteorológicas; toma de datos y mantenimiento, y análisis de laboratorio.

En la presente investigación se ha considerado una restauración estrictamente ecológica del bosque secundario, en la cual, los ingresos bastantes conservadores solo están representados por la creación de créditos de carbono y un turismo denominado sustentable.

Al respecto, en la Tabla 33 se muestran los ingresos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali. Los ingresos por la venta de carbono almacenado en el bosque representan el 98.1%. Claramente, la venta de carbono tiene una gran influencia sobre la rentabilidad del proyecto. Por lo cual, es necesario enfocarse en el turismo que tiene un grado de participación muy bajo (1.9 %).

Tabla 33. Ingresos en Proyecto de Restauración Ecológica en Ucayali.

Descripción	Unidad	Cantidad	Ingresos	
			US\$ / ha	%
<u>Turismo Sustentable</u>			12.45	1.9
Número de Turistas <sup>1</sup>	Nacionales	Unidad	259,332	
	Extranjeros	Unidad	6,929	
Tarifa de Uso Turístico <sup>2</sup>	Nacionales	US\$	1.67	
	Extranjeros	US\$	10.00	
Superficie del Proyecto <sup>3</sup>		Hectáreas	40,268	
<u>Carbono</u> <sup>4</sup>			631.95	98.1
Precio de Mercado <sup>5</sup>		US\$ / t C	11.00	
Carbono Almacenado en Bosques Secundarios <sup>6</sup>		t C / hectárea	57.45	
Total			644.40	100.00

*Fuente: elaboración propia*

<sup>1</sup> El primer año se consideraron 42,478 y 1,135 turistas nacionales y extranjeros, respectivamente; que representan el 40.8 % del promedio de turistas que arribaron a Ucayali entre el 2002 y el 2012. Según las encuestas realizadas en la región Ucayali, el 40.8 % de las personas afirman que se desplazaron a la región Ucayali para realizar actividades turísticas. En los siguientes cinco años de ejecución del proyecto se consideró un incremento anual del flujo turístico de 10%.

<sup>2</sup> Se consideraron tarifas de uso turístico empleadas por la ANP (Áreas Naturales Protegidas) para visitantes nacionales y extranjeros (León *et al* , 2009). Al respecto, el reto consiste en mejorar las facilidades para la interpretación y visitación de los bosques secundarios restaurados, de modo que los turistas obtengan una experiencia acorde con la riqueza de los ecosistemas.

<sup>3</sup> La superficie para el Proyecto de Restauración Ecológica representa el 10% del área estimada de bosques secundarios en Ucayali al 2014 (402,683.45 hectáreas).

<sup>4</sup> La forma de pago considerada es la definida en el acuerdo de almacenamiento de carbono realizado entre los Gobiernos de Noruega y Costa Rica, en donde se establece un pago del 50% el primer año, 20% el segundo año y 10% en cada uno de los tres subsiguientes años (Malky, 2007).

<sup>5</sup> Los precios que se negocian por proyectos de reducción de emisiones oscilan entre US\$ 11 y US\$ 18 por tonelada de Carbono fijado y, aunque los mercados todavía son pequeños, están participando entidades multinacionales. Un ejemplo es el Fondo de Biocarbono, establecido por el Banco Mundial para financiar proyectos de carbono a través de la conservación de ecosistemas forestales (León, 2007).

<sup>6</sup> Considerando, en forma conservadora, solamente el carbono almacenado en el fuste de árboles determinado para el Bosque Macuya.

De esta manera, en la presente investigación se consideró un 10% de incremento anual en el número de turistas nacionales y extranjeros. Al respecto, en el Perú el crecimiento promedio anual del turismo receptivo en los últimos 5 años ha sido de 11.27%, mientras que en las Áreas Naturales Protegidas <sup>53</sup> (ANP) el crecimiento de visitantes extranjeros ha sido de 8.31% (León *et al*, 2009). Los mismos autores afirman que el turismo en las ANP creció al ritmo del promedio nacional debido a que existe una debilidad en el registro de estadísticas y control de visitantes, y también que hay insatisfacción del visitante o del operador con la calidad de la visita, problemas relacionados con la falta de reinversión adecuada para el manejo de turismo en las áreas protegidas.

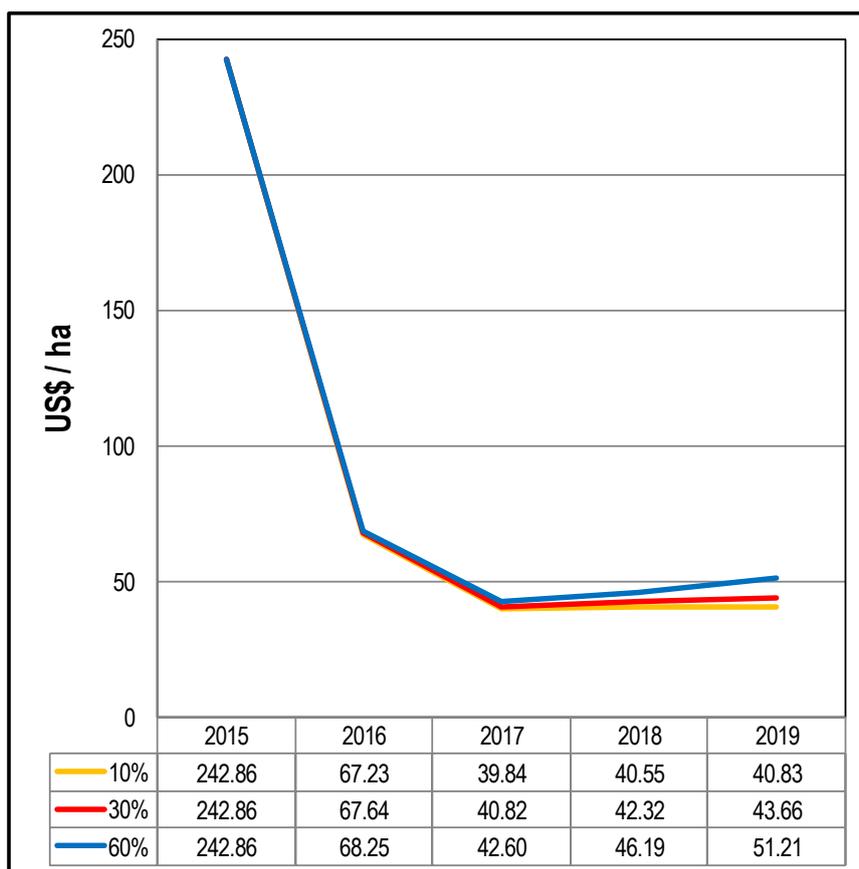
En la Figura 32 se observa el beneficio neto cuando se consideran incrementos de flujos de turismo de 30% y 60%.

Al respecto, no se perciben diferencias significativas de los beneficios netos al incrementar los flujos turísticos. El incremento del flujo turístico debe corresponder al desarrollo de un círculo virtuoso entre la conservación del atractivo natural, la satisfacción del turista y el beneficio económico de las poblaciones locales junto con la participación del sector privado, todo ello en beneficio del sistema (León *et al*, 2009). Los mismos autores afirman que para lograr un manejo de turismo sostenible se debe desarrollar el concepto de “umbral de sostenibilidad”, el cual define los requerimientos necesarios para que la actividad turística en las áreas naturales no amenace al capital natural, brindando una experiencia positiva y segura al visitante, minimizando impactos culturales y generando un manejo eficiente.

En las Áreas Naturales Protegidas (ANP), León *et al* (2009) afirma que los visitantes extranjeros gastan más que los visitantes nacionales, por lo cual, se generarían mayores ingresos con una política de promoción del turismo de visitantes extranjeros. Los mismos autores agregan que para evitar pérdidas económicas al sistema, es necesario desarrollar un sistema de control de ingreso de visitantes, y considerar la implementación de tarifas diferenciadas para visitantes nacionales y extranjeros con base en análisis de disposición a pagar. Las encuestas realizadas en Ucayali revelan que los extranjeros muestran disponibilidad a pagar tarifas mayores que los visitantes nacionales.

---

<sup>53</sup> De acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), las áreas naturales protegidas son espacios continentales o marinos del territorio nacional reconocidos, establecidos y cautelados legalmente por el Estado. A la fecha, el Perú cuenta con un total de 158 áreas naturales protegidas, que abarcan aproximadamente el 16.93% del territorio nacional y que conforman el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE). Estas están conformadas por 77 ANP de administración nacional, 15 ANP de conservación regional y 66 ANP de conservación privada. Estas áreas se encuentran a su vez divididas en diversas categorías de uso: parques, reservas, santuarios nacionales, santuarios históricos, zonas reservadas, cotos de caza, bosques de protección, reservas comunales, reservas paisajísticas y refugios de vida silvestre.



Fuente: elaboración propia

Figura 32. Beneficio Neto en Proyecto de Restauración Ecológica Según Incremento de Flujos Turísticos.

Es importante promover al turismo como fuente de ingresos debido a que tiene características que lo hacen trascendental. A diferencia de los recursos externos (donaciones, canjes de deuda, etc.) que están sujetos a cambios en su orientación geográfica o temática de acuerdo con las estrategias de la cooperación internacional o que se extinguen con los proyectos, los recursos generados por el turismo son más estables y bastante predecibles en el tiempo. De la misma manera, a diferencia de los recursos ordinarios, suministrados por el presupuesto público que dependen básicamente del monto asignado en el periodo fiscal anterior y de demandas de sectores con mayor prioridad política para el gobierno, los recursos directamente recaudados por turismo pueden incrementarse en el tiempo, que si se acompañan de una reinversión adecuada a la vez, envían una señal positiva de esfuerzo interno para la autogeneración de ingresos (León *et al*, 2009).

La pérdida y la degradación generalizadas de los bosques han creado nuevas oportunidades para la restauración ecológica, la cual debe ahora ir más allá de una lógica puramente conservacionista (León *et al*, 2009). Los proyectos de restauración de bosques

tropicales deben no solo contribuir a la recuperación de los ecosistemas degradados, dañados o destruidos en los paisajes que han sido modificados por el hombre en los países en desarrollo (SRE, 2004), sino también aportar una recompensa económica a los propietarios de las tierras.

En zonas donde la tierra escasea, la restauración ecológica de ciertas áreas podría provocar la deforestación de otras. Este efecto, conocido como «efecto de filtración», ha sido tomado en cuenta en la política internacional y en especial en las negociaciones relativas a las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la deforestación y la degradación que se llevan a cabo en el ámbito de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Strassburg *et al.*, 2010).

Brancaion *et al* (2012) afirma que es probable que si las fuerzas económicas no se incorporan en el diseño y ejecución de los proyectos de restauración, quienes defienden la restauración ecológica sigan practicando una suerte de «jardinería ambiental». Es decir que los proyectos se realicen solo en pequeña escala; que su relación costo-eficacia sea baja y no se produzca una integración de los proyectos en el paisaje; que la participación de los propietarios de tierras y la sociedad en general sea insignificante; y que las repercusiones de los proyectos en las acciones tendentes a acabar con la degradación forestal sean leves. El fomento de la restauración de los bosques tropicales es una acción urgente y necesaria; y constituye también, desde el punto de vista económico, una actividad sumamente viable.

Finalmente, Licker *et al.* (2010) afirma que una ordenación más eficiente de los pastizales, pareciera ser un planteamiento prometedor, en especial porque la superficie que cubren esas tierras en todo el mundo es el doble que el de las tierras agrícolas. De acuerdo a la proyección de la deforestación para la región Ucayali al 2014 (Figura 12), en la región se registraría más de 138 mil hectáreas de áreas deforestadas correspondientes a pastizales. La ordenación de los pastizales puede fundamentar el debate que contrapone la producción de alimentos a la restauración ecológica, porque esta última sería vista no como una actividad competitiva sino más bien como una medida con la que se ayuda al aumento de la producción de alimentos y a la mejora de los medios de vida, y como un instrumento para proporcionar un rendimiento económico a los propietarios de tierras (Brancaion *et al*, 2012).

#### 6.4. Estimación de Costos de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali

En las Tablas 34, 35 y 36 se presentan el Valor Presente Neto y el Costo de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali con las tasas de descuento de 4, 10 y 15% (Anexo 7).



Tabla 35. Valor Presente Neto y Costo de Oportunidad por Sistema Productivo en Ucayali con Tasa de Descuento de 10%.

Sistema Productivo	Valor Presente Neto (US\$ / ha)	Año																				Costo de Oportunidad (US\$ / ha / año)																		
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034		2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
Escenario Base	Concesión Forestal sin Manejo <sup>1</sup>	853.39	[Barra negra]																				170.68																	
	Bosque Secundario sin Manejo <sup>4</sup>	606.79	[Barra negra]																				121.36																	
Escenario de Gestión Forestal	Concesión Forestal con IAM de 6 m <sup>3</sup> / ha <sup>2</sup>	1,358.00	[Barra negra]																				271.60																	
	Concesión Forestal con IAM de 10 m <sup>3</sup> / ha <sup>2</sup>	2,812.42	[Barra negra]																				562.48																	
	Concesión Forestal con IPMFS de 40% <sup>3</sup>	863.83	[Barra negra]																				172.77																	
	Concesión Forestal con IPMFS de 80% <sup>3</sup>	874.26	[Barra negra]																				174.85																	
	Plantación de Bolaina Blanca con Manejo de RN <sup>5</sup>	1,739.80	[Barra negra]																				217.47																	
	Plantación Pura de Bolaina Blanca <sup>6</sup>	1,422.66	[Barra negra]																				177.83																	
	Plantación Pura de Caoba <sup>7</sup>	3,918.93	[Barra negra]																				97.97																	
	Sistema Silvoagrícola con Tomillo, Cacao y Banano <sup>8</sup>	6,683.86	[Barra negra]																				222.80																	
	Restauración Ecológica con IFTA de 10% <sup>9</sup>	395.26	[Barra negra]																				79.05																	
	Restauración Ecológica con IFTA de 30% <sup>9</sup>	399.70	[Barra negra]																				79.94																	
	Restauración Ecológica con IFTA de 60% <sup>9</sup>	409.79	[Barra negra]																				81.96																	

Fuente: elaboración propia

Las Concesiones Forestales de Ucayali son claramente rentables, cuando se incluye un incremento de la intensidad de aprovechamiento (de 6 y 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), aún a tasas altas de descuento (10 y 15%). Es necesario enfatizar que, las Concesiones Forestales en Ucayali, centran su producción maderera en la transformación mecánica de unas veinte (20) a treinta (30) especies maderables procedentes de bosques naturales, con una precaria tecnología de corte primario y secundario; generando productos de baja calidad, con una alta variabilidad de propiedades físicas y mecánicas de la madera.

En el caso de la comercialización de productos de fauna silvestre, aún en el mejor de los casos, no causa un incremento significativo de los beneficios netos (US\$ 4.63 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 4% y con 80% de incremento del precio de mercado) en el aprovechamiento de las Concesiones Forestales y Bosques Secundarios sin manejo. Los productos del recurso fauna silvestre responden a prácticas extractivistas, similares al aprovechamiento forestal maderable.



de forma constante por los ingresos en la comercialización del Banano (hasta los 8 años) y el Cacao (hasta los 25 años).

Si las plantaciones forestales y el sistema silvoagrícola son los principales métodos de la restauración forestal, mediante la combinación de las cuatro oportunidades de ingresos sugeridas, los beneficios netos podrían superar fácilmente los US\$ 134.93 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (a una tasa de descuento de 4%) obtenidos con el Bosque Secundario Sin Manejo.

En el mejor de los escenarios, la restauración ecológica es apenas rentable (US\$ 86.54 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 4% y con 60% de incremento del flujo turístico). Debe resaltarse que, en la restauración ecológica propuesta, los ingresos considerados son conservadores, debido a que solo están representados por la creación de bonos de carbono<sup>54</sup> y un turismo denominado sustentable. Al respecto, Brancalion *et al* (2012) afirman que los bosques tropicales restaurados pueden contribuir potencialmente al aumento de la productividad de los cultivos ya que encierran polinizadores de los cultivos y enemigos naturales de las plagas. Otras ventajas económicas de la restauración de paisajes tropicales dominados por el hombre, pueden ser: plantaciones madereras, productos forestales no madereros, beneficios relacionados con el agua, la biodiversidad, la polinización en zonas degradadas, entre otras.

Al respecto, Vieira *et al* (2009) afirma que la restauración “agrosucesional” puede contribuir a «prolongar el período de ordenación en la restauración, compensar algunos costos de la ordenación, garantizar la seguridad alimentaria de los pequeños agricultores, y permitir la participación de estos en el proceso de restauración». En consecuencia, la restauración “agrosucesional” puede ser una fuente potencial de ingresos que ayudaría a que la restauración forestal tropical sea una forma rentable del uso de la tierra.

Si todas estas opciones económicas se pueden incorporar en el diseño y ejecución de los proyectos de restauración ecológica en Ucayali, es probable que estas iniciativas se constituyan, desde el punto de vista económico, en una actividad sumamente viable.

Finalmente, como la producción de madera nativa en plantaciones tiene la limitación del tiempo requerido, para la obtención de beneficios económicos, Brancalion *et al* (2012) indica que para hacer frente a esta restricción es posible recurrir a tres métodos:

- establecer plantaciones mixtas, es decir, plantar una mezcla de especies de crecimiento lento y de crecimiento rápido con la finalidad de posibilitar la producción de madera en un plazo aproximado de diez años a partir de la fecha de plantación;

---

<sup>54</sup> Se denominan bonos de carbono a las Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (en inglés: Certified Emission Reductions - CER). El CER es la unidad que corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. Los CERs se generan en la etapa de ejecución del proyecto; y se extienden una vez acreditada dicha reducción. Son créditos que se transan en el Mercado del Carbono.

- combinar varias fuentes de ingresos, tales como los productos forestales no maderables y los pagos por servicios del ecosistema, con la finalidad de que los propietarios de las tierras puedan obtener un ingreso regular;
- proporcionar crédito a largo plazo a tipos de interés atractivos.

#### 6.5. Comentarios finales

Los escenarios planteados en la presente investigación son una respuesta a los altos niveles de deforestación que presenta la región Ucayali, así como a la ausencia de propuestas de desarrollo por parte del estado, quien solo propicia el extractivismo de los recursos naturales sin diversificar la producción. La economía de la región Ucayali está basada exclusivamente en la producción de madera sin valor agregado. De la misma manera, la producción en el sector forestal está constituida principalmente por microempresarios que trabajan de manera informal, siendo conocidos como “madereros sin bosques”, debido a que no poseen concesiones forestales vigentes.

En el caso del pequeño agricultor, posee una finca donde combina cultivos agrícolas con árboles nativos que no ha sembrado. Por lo general, resulta más rentable la comercialización de la madera sobre los productos agrícolas. Como los árboles que cosecha en su finca son naturales, este agricultor se convierte en un simple extractivista, tal como los concesionarios que no realizan manejo forestal de los bosques intervenidos.

Lamentablemente, los concesionarios forestales se aprovechan de los vacíos legales que existen en el sector, a través de la venta de guías de transporte forestal que permiten “legalizar” volúmenes de madera rolliza que procede de áreas naturales protegidas, es decir, de naturaleza ilegal. Al respecto, un profesional forestal de la región Madre de Dios (Perú) fue perseguido y encarcelado solo por demandar constitucionalmente a la antigua ley forestal y de fauna silvestre 27308 (2002), que permitía el aprovechamiento ilegal de los recursos naturales amazónicos.

Al respecto, la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 (2011) continúa esperando de la promulgación de reglamento que le permita ser vigente. Este hecho demuestra la falta de voluntad política y escasa prioridad que el estado otorga al sector forestal. El organigrama forestal (Figura 21) termina de confirmar la apatía que siente el centralista estado peruano hacia el sector.

El estado peruano presenta una economía convencional basada solo en el extractivismo de recursos no renovables, principalmente los minerales e hidrocarburos, incapaz de impulsar

una cultura de renovación y de reposición de los recursos naturales. Actualmente, este tipo de manejo económico está produciendo consecuencias negativas. En el 2010, el Perú gozaba de una “bonanza” económica, registrando un PBI de 8.5%; al 2015, se reporta una desaceleración de la economía con un PBI de 2.35%, debido a la disminución de los precios de los minerales.

Por otro lado, el estado peruano alienta la dependencia de capitales extranjeros, los cuales gozan de privilegiados contratos con beneficios tributarios. Es indispensable que se fomente el desarrollo y la expansión de los mercados internos, el trabajo productivo y la integración territorial, privilegiando la inserción competitiva de nuestra economía en los mercados internacionales, a través del aumento diversificado de la oferta productiva. También es importante generar cadenas productivas con facilidades de crédito e innovación tecnológica, minimizando la capacidad reguladora del estado.

En relación a la contaminación ambiental, el Perú es uno de los tres países con más riesgo al calentamiento global después de Bangladesh y Honduras. Por lo cual, la destrucción de los ecosistemas y una regulación financiera ineficiente, nos coloca en una posición muy vulnerable.

De esta manera, las propuestas de la presente investigación se convierten en alternativas viables ante la problemática planteada por el estado peruano. Los sistemas productivos propuestos, a través de los microempresarios y pequeños agricultores, deberían propiciar la anhelada diversificación de la producción que exige el desarrollo sustentable, tan necesario en países emergentes como el Perú. Estas alternativas de restauración forestal permitirían solucionar problemas económicos, sociales y ambientales que retrasan el crecimiento económico del país.

Finalmente, el actual modelo económico del estado peruano no es sustentable porque prevalece un crecimiento con alta desigualdad, en donde las grandes ganancias empresariales no se distribuyen equitativamente. El 75% de la población económicamente activa, unos 11 millones de peruanos, subsiste en la informalidad con salarios reducidos sin contratos laborales ni beneficios sociales. El actual modelo es un “espejismo” de progreso.

## Capítulo 7. Conclusiones y recomendaciones generales

A lo largo de la historia peruana, la deforestación de los bosques ha sido promovida por fuerzas económicas, tales como las ganancias fáciles procedentes de una explotación maderera selectiva y depredadora, la expansión de las tierras agrícolas, los centros poblados, la minería, y la construcción de caminos y carreteras. En la mayor cantidad de los casos, las sociedades apoyan todas estas actividades a través de la demanda y el pago de productos forestales de dudosa procedencia, producidos a expensas de los bosques nativos, y las financian mediante créditos públicos y privados.

Las Concesiones Forestales en Ucayali están siendo explotadas hasta el punto de no suministrar cantidades significativas de maderas comerciales. El insuficiente suministro maderero, combinado con un aumento de la demanda de maderas nativas, hace que los precios de maderas nativas estén al alza. En consecuencia, las actividades extractivistas practicadas en Ucayali crean condiciones económicamente favorables para la producción de madera a través del establecimiento de plantaciones forestales con especies nativas. La principal ventaja económica de las plantaciones forestales, es que se sustentan de especies nativas, que no requieren condiciones especiales del terreno por su adaptación natural, lo cual permite que puedan establecerse en tierras no aptas para los cultivos agrícolas usados como alimento para humanos y ganado.

En las Concesiones Forestales de Ucayali, cuando se incluye un incremento de la intensidad de aprovechamiento (de 6 y 10 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), aún a tasas altas de descuento (10 y 15%), son claramente rentables. No obstante, la rentabilidad en términos de la producción de madera no refleja la totalidad de los beneficios directos que brindan los bosques y las plantaciones. Lo que es importante en este caso es considerar las diferencias que existen entre la regeneración del bosque y las plantaciones en cuanto a su capacidad de generar los distintos bienes ambientales como la diversidad biológica, la captura de carbono, la estabilización del suelo y los beneficios hidrológicos, entre otros. Aunque en este estudio no se cuantifican dichos aspectos, es ampliamente reconocido que el beneficio ecológico es indudablemente mayor en los bosques secundarios que en las Concesiones Forestales.

Los bosques maduros en las Concesiones, que ya no crecen más, alcanzan al mismo tiempo una acumulación cero de carbono; cuando los árboles mueren, arden o se talan, una parte del carbono se libera a la atmósfera. En cambio, los bosques secundarios se establecen como un acumulador de carbono en los primeros 25 años de vida (Calvo, 1998). De la misma manera, un incremento en la intensidad de aprovechamiento maderable en las Concesiones

Forestales podría afectar negativamente en la biodiversidad florística y faunística del bosque natural, a niveles que aún desconocemos. Lo único cierto, según Estrada (2007), es que todavía no somos capaces de predecir cómo la biodiversidad puede afectarse como resultado de perturbaciones naturales o humanas en cualquier escala.

La comercialización de productos de fauna silvestre, aún en el mejor de los casos, no causa un incremento significativo de los beneficios netos (US\$ 4.63 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 4% y con 80% de incremento del precio de mercado) por el aprovechamiento de las Concesiones Forestales y Bosques Secundarios sin manejo. El bajo aporte económico de la fauna silvestre en la región Ucayali, se explica por la baja densidad de fauna de importancia económica (según Aquino *et al*, 2007, menos de 7 individuos por km<sup>2</sup>) que demanda un gran esfuerzo de los cazadores que, contradictoriamente, es poco valorado económicamente. Los diversos productos del recurso fauna silvestre son subvaluados en la región Ucayali, y responden a prácticas extractivistas similares al aprovechamiento forestal de la madera de bosques no cultivados.

En los bosques naturales de Ucayali debería promoverse una actividad turística, que gire en función a la existencia de vegetación típica boscosa, y a una fauna amazónica diversa. En el ecoturismo, que se desenvuelve en espacios naturales, el paisaje, la flora y la fauna junto con los rasgos culturales existentes en estos lugares constituyen un atractivo de alto nivel para los ecoturistas (Melgar, 2004). Otra opción de gestión de la fauna silvestre amazónica, es el desarrollo de la caza deportiva en zonas seleccionadas de la región Ucayali. Al respecto, los Cotos de Caza son una de las categorías de manejo de áreas naturales protegidas, establecidas por el SINANPE, como áreas destinadas al aprovechamiento de la fauna silvestre a través de la práctica regulada de la caza deportiva. Es necesario precisar que, en la actualidad, aún persisten los vacíos de información relacionados con las tasas de extracción de fauna silvestre amazónica que sean sostenibles para cada especie. Este indicador nos permitiría definir la cantidad de producto aprovechable por unidad de superficie, sin poner en riesgo la sostenibilidad de estas especies faunísticas amazónicas.

Con relación a los rendimientos económicos en los Bosques Secundarios sin manejo y las plantaciones forestales, se encontró que existen grandes diferencias. Sin embargo, los resultados son ambiguos y la selección de la mejor alternativa es altamente sensible a la tasa de descuento empleada en el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y el Costo de Oportunidad. Aunque las plantaciones son la mejor alternativa por un amplio margen con bajas tasas de descuento (4%), con tasas más altas (10 y 15%) se vuelven poco atractivas, debido principalmente a la alta inversión inicial. En el caso de la plantación pura de Caoba (40 años), la propuesta es muy atractiva a una tasa de descuento de 4% (US\$ 1,079.14 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), siendo

prácticamente inviable a mayores tasas de descuento (US\$ 97.97 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 10% y US\$ 3.08 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 15%). El alto turno de rotación (40 años) en la plantación de Caoba es la mejor explicación de estos resultados.

De la misma manera, resulta sorprendente que la alternativa Bosques Secundarios sin manejo (aprovechados de manera natural) resulta más rentable (US\$ 112.10 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) que las plantaciones de puras de Bolaina Blanca (US\$ 98.49 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), a una tasa de descuento de 15%. La explicación está relacionada al poco aporte a los beneficios netos, del costo inicial de producción de plántones, establecimiento de la plantación y mantenimientos. En todos los otros casos y para diferentes tasas de descuento, el aprovechamiento del bosque secundario sin manejo es menos rentable.

Las plantaciones madereras podrían desempeñar un papel fundamental en la intensificación de los esfuerzos de restauración de las áreas deforestadas en Ucayali. Sin embargo, la producción de madera nativa en plantaciones tropieza con una importante limitación: el tiempo requerido para la obtención de un beneficio económico. La agricultura tiene la ventaja de generar ingresos constantes, y el horizonte temporal entre la inversión y el beneficio es mucho más breve; en cambio, la rentabilidad de la producción de madera puede a veces tener lugar solo después de algunas décadas (Brancalion *et al*, 2012). Al respecto, el Sistema Silvoagrícola (Tornillo, Cacao y Banano) se convierte en una opción muy atractiva, debido a que es claramente más rentable (US\$ 648.53 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 4%) que las otras alternativas viables de manejo de las áreas deforestadas en Ucayali. A diferencia del Cacao y el Banano, el ingreso más significativo con la venta de madera rolliza de Tornillo (75.7% a los 30 años) se obtiene, al final del turno de la plantación, en la cosecha final. Los ingresos más continuos, que podrían evitar posibles conflictos por el uso del suelo, se obtienen con el Banano (3.6% hasta los 8 años) y el Cacao (20.7% hasta los 25 años).

El costo de oportunidad en todos los escenarios propuestos, para bosques bajo manejo, es bastante conservador, y podría incrementarse si consideramos los créditos de carbono que podrían crearse por el Manejo Forestal Sustentable (MFS) de los bosques secundarios en Ucayali.

La restauración ecológica de las áreas deforestadas en Ucayali, aún en el mejor de los casos, es apenas rentable (US\$ 86.54 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> al 4% y con 60% de incremento del flujo turístico). Si consideramos todas las ventajas económicas de la restauración de paisajes tropicales (aumento de la productividad de los cultivos agrícolas, plantaciones madereras, productos forestales no madereros, beneficios relacionados con el agua, la biodiversidad, la polinización en zonas degradadas, entre otros), es probable que estas iniciativas se constituyan,

desde el punto de vista económico, en una actividad sumamente viable para las zonas deforestadas de Ucayali.

Un aspecto a favor de la alternativa de restauración ecológica, en la presente investigación, es que existe certeza en la información sobre rendimientos productivos del turismo y captura de carbono, es decir, los datos fueron recolectados en la zona, a través de encuestas e investigación experimental de campo. En cambio existe mayor incertidumbre acerca del éxito que alcanzarían las plantaciones propuestas para Ucayali. Al respecto, Molina (2009) afirma que han sido muchos los esfuerzos por crear plantaciones puras de Caoba pero las experiencias han sido un fracaso, debido a la aparición del barrenador *Hypsipyla grandella* que causó la muerte del 100% de los ensayos realizados en plantaciones. Actualmente, se está ensayando plantar caoba en fajas de enriquecimiento, y en plantaciones puras y agroforestería con baja densidad.

La diversificación de las fuentes de ingreso contribuye a la reducción del riesgo (Brancalion *et al*, 2012). El desafío consiste en crear condiciones en las que se conjugan varias oportunidades de generación de ingresos, de modo que los proyectos de restauración puedan producir cultivos, madera y productos no madereros y uno o más servicios del ecosistema (Brancalion *et al*, 2012).

Un marco conceptual, en el que confluyen estas oportunidades podría consistir en tomar los Pagos por Servicios Ambientales (por ejemplo, Carbono) como actividad central en los primeros diez años; explotar los Productos Forestales No Maderables (por ejemplo, Banano y Cacao) y, posiblemente, las especies madereras de crecimiento rápido en una segunda fase (por ejemplo, Bolaina Blanca), para luego, unos 30 años después de la plantación inicial, dar comienzo a la cosecha de la madera de mayor valor (por ejemplo, Tornillo y Caoba) (Brancalion *et al*, 2012).

Con base en los resultados presentados puede ser tentador sumar todos los valores obtenidos, para tener una aproximación del Valor Económico Total (VET) de los bosques húmedos de Ucayali; sin embargo, existen varias razones para no recomendar este ejercicio, o se tendría que hacer muy cuidadosamente: conocimiento inexistente sobre los valores de no uso (legado y existencia); las técnicas de valoración son poco adecuadas para la medición de cambios drásticos, como la extinción de una especie forestal; entre otros (Sanjurjo y Welsch, s.f.). Cuando un proyecto pretenda hacer un cambio de uso de suelo del bosque en Ucayali (por ejemplo, palma aceitera), y los beneficios del proyecto sean menores a los beneficios del ecosistema forestal obtenidos en el estudio de valoración económica, esta será razón suficiente para declararlo como un proyecto inviable.

Sin embargo, que los beneficios de algún proyecto propuesto sean mayores no será razón suficiente para autorizarlo; debido a que, como se indicó, falta considerar algunos componentes del VET. En esta situación, puede ser recomendable requerir de herramientas de política, tales como: pago por servicios ambientales o retribución por servicios ecosistémicos (Ley N° 30215 del 2014) y propuesta de proyectos de mitigación, que aseguren que la cantidad de servicios ambientales prestados por el ecosistema forestal modificado puedan ser compensados con un proyecto de restauración ecológica o forestal.

En la actualidad, se establecen en Ucayali las condiciones apropiadas para las plantaciones forestales y la restauración forestal a grandes escalas. Las diversas oportunidades de transformar las áreas deforestadas en bosques ordenados sustentablemente y económicamente viables, que no compitan con la tierra que se destina a la producción de alimentos, representan oportunidades de ingreso para las poblaciones locales y regionales que deseen obtener beneficios del suministro de los múltiples productos y servicios que proceden de los bosques manejados y restaurados.

A continuación se presentan las conclusiones de la presente investigación:

- Las actividades extractivistas practicadas en Ucayali crean condiciones económicamente favorables para la producción de madera a través del establecimiento de plantaciones forestales con especies nativas.
- Las Concesiones Forestales de Ucayali son rentables aún a tasas altas de descuento. No obstante, existen diferencias con las plantaciones en cuanto a su capacidad de generar los distintos bienes ambientales como la diversidad biológica, la captura de carbono, entre otros.
- La comercialización de productos de fauna silvestre no produce un incremento significativo de los beneficios netos por el aprovechamiento en las Concesiones Forestales y Bosques Secundarios sin manejo.
- Los diversos productos del recurso fauna silvestre son subvaluados en la región Ucayali, y responden a prácticas extractivistas similares al aprovechamiento forestal de la madera de bosques no cultivados.
- En relación a los rendimientos económicos en los Bosques Secundarios sin manejo y las plantaciones forestales, las plantaciones son la mejor alternativa por un amplio margen con bajas tasas de descuento (4%), con tasas más altas (10 y 15%) se vuelven poco atractivas, debido principalmente a la alta inversión inicial.

- El Sistema Silvoagrícola (Tornillo, Cacao y Banano) se convierte en una opción muy atractiva, a bajas tasas de descuento, debido a que es claramente más rentable que las otras alternativas viables de manejo de las áreas deforestadas en Ucayali. Esta opción tiene la ventaja de generar ingresos permanentes, y el horizonte temporal entre la inversión y el beneficio es mucho más breve.
- El costo de oportunidad en todos los escenarios propuestos, para bosques bajo manejo, es bastante conservador, y debe incrementarse si consideramos los créditos de carbono que podrían crearse por el Manejo Forestal Sustentable (MFS) de los bosques secundarios en Ucayali.
- La restauración ecológica de las áreas deforestadas en Ucayali es apenas rentable. Si consideramos todas las ventajas económicas de la restauración de paisajes tropicales, desde el punto de vista económico, debe ser una actividad sumamente viable para las zonas deforestadas de Ucayali.
- Un marco conceptual para Ucayali, en el que confluyen los escenarios propuestos debe consistir en tomar los Pagos por Servicios Ambientales (por ejemplo, Carbono) como actividad central en los primeros diez años; posteriormente realizar la explotación de los Productos Forestales No Maderables (por ejemplo, Banano y Cacao) y, finalmente aprovechar las especies madereras (por ejemplo, Bolaina Blanca, Tornillo y Caoba).

Con la finalidad de construir escenarios, que promuevan el establecimiento de bosques manejados y restaurados en Ucayali, es recomendable:

- Fortificar la gobernanza forestal, estableciendo sinergias entre iniciativas cuyos objetivos apunten a la reducción de la ilegalidad, la regulación del comercio interno de madera y el cumplimiento de la legislación vigente;
- Perfeccionar la legislación ambiental nacional, promoviendo el establecimiento de las plantaciones y bosques restaurados, así como el uso de las especies forestales nativas;
- Poner obstáculos a las actividades que propicien la deforestación de los bosques;
- Fomentar el consumo de productos que proceden de la ordenación sustentable de especies nativas cultivadas;
- Proporcionar financiamientos y líneas de crédito atractivas a los usuarios interesados en la plantación y la restauración forestal;

- Invertir en investigaciones aplicadas en plantaciones, tales como mejora genética y transformación mecánica y química de las especies forestales nativas;
- Sociabilizar los conocimientos para la transferencia de técnicas y conocimientos prácticos a los usuarios de los bosques manejados y restaurados, fortaleciendo las competencias de las universidades y organismos públicos relacionados con el sector agrario y forestal;
- Atender las necesidades de las comunidades que dependen de los bosques a través de un enfoque intersectorial; es decir, trabajar de manera transversal con instituciones de diversos sectores, incluyendo la agricultura, las comunidades, el desarrollo rural y la gestión de los recursos naturales, por mencionar algunos. En la práctica, debemos optimizar los beneficios sociales, económicos y ambientales de los bosques en Ucayali, y que incluyan a la agricultura, la biodiversidad y las personas.

## Bibliografía

- ADAMS, V. M.; PRESSEY, R. L. Y NAIDOO, R. 2010. Opportunity Costs: Who Really Pays For Conservation?. *Biological Conservation* 143: 439-448
- ADEPOJU, A. A. Y SALAU, A. S. 2007. Economic Valuation Of Non-Timber Forest Products (NTFPs). Ladoke Akintola University Of Technology y University of Ibadan. MPRA Paper No. 2689. Disponible en: <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/2689/>. 18 p.
- AGUDO R., R. 2010. Empacado Discontinuo a Pie de Tocón de Residuos Selvícolas: Gestión Integral de Biomasa Forestal. Tesis Para Optar el Grado de Doctor. Universidad de Córdoba. España. 168p.
- AGUILAR I., A. 2005. Estimación y Monitoreo de los Peces como Indicadores del Uso Sostenible del Agua en Cuencas Hidrológicas. *Revista Digital Universitaria* [en línea]. Vol. 6, No. 8. Revisado: Diciembre de 2011. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num8/art78/int78.htm>
- ÁLVAREZ, P.; CARRILLO, G.; DE LA CADENA, G.; ORTEGA, S. Y PÁEZ, T. s.f. Restauración, Rehabilitación y Reaffectación de un Paisaje de Bosque de Neblina en el Bosque Protector Mindo - Nambillo (Chocó Andino, Ecuador).
- ANGELSEN, A. Y KAIMOVITZ, D. 1999. Rethinking The Causes of Deforestation: Lessons From Economic Models. *The World Bank Research Observer* 14:73-98.
- ANTON, D. y REYNEL, C. 2004. Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Universidad Nacional Agraria-La Molina. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales. Lima, Perú. 323p.
- AQUINO, R.; PACHECO, T. y VASQUEZ, M. 2007. Evaluación y valorización económica de la fauna silvestre en el río Algodón, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*. 14 (2). p.187-192
- ARIAS N., E. 2011. Valoración Económico-Ecológica de los Bosques Húmedos de la Amazonia Sud-Occidental, Perú. Estudio de Caso: Madre de Dios. Tesis para Optar el Grado de Doctor en Economía. Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad Nacional Agraria La Molina (Perú). México D.F. 154p.
- ASNER, P.; KNAPP, D.; BROADBENT, E.; OLIVEIRA, P.; KELLER, M. Y SILVA, J. 2005. Selective Logging in The Brazilian Amazon. *En Science* 310:480-482.
- ATKINSON, G.; BATEMAN, I. Y MOURATO, S. 2012. Recent advances in the valuation of ecosystem services and biodiversity. *Oxford Review of Economic Policy* 28 (1): 22 - 47.
- AVENDAÑO H., D. M.; ACOSTA M., M.; CARRILLO A., F.; ETCHEVERS B., J. D. 2009. Estimación de Biomasa y Carbono en un Bosque de *Abies religiosa*. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32 (3). p. 233-238
- AZQUETA, D. Y DELACÁMARA, G. 2008. El Costo Ecológico de la Extracción de Petróleo: Una Simulación. *Revista de la CEPAL*. p. 59-73

BALUARTE V., J. R. 2011. Modelización del Crecimiento de Quince Especies Forestales Comerciales del Bosque Aluvial Inundable de la Amazonia Peruana. Tesis para Optar el Grado de Doctor. Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Valencia, España. 245 p.

BANCO MUNDIAL. 2006. Where is the Wealth of Nations?: Measuring Capital for the 21st Century. Washington, DC. Banco Mundial.

Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/Home/20666132/WealthofNationsconferenceFINAL.pdf>

BARBIER, E.B. Y BURGESS, J.C. 1997. The Economics of Forest Land Use. *Land Economics* 73(2): 174-195.

BCR (Banco Central de Reserva). 2012. Informe Económico y Social Región Ucayali. Encuentro Económico. Lima, Perú. 147p.

BELLOLIO, R. Y KARELOVIC, P. 2011. Energía de biomasa forestal, lecciones internacionales y su potencial en Chile. Informe Final de Mercados Eléctricos. Pontificia Universidad Católica de Chile. Escuela de Ingeniería Departamento de Ingeniería Eléctrica. Santiago, Chile. 28p.

BERTRAN S., J. Y MORALES V., E. 2008. Potencial de Generación de Energía por Residuos del Manejo Forestal en Chile. Proyecto Energías Renovables No Convencionales en Chile (CNE/GTZ). Santiago, Chile. 56p.

BOLAÑOS, C. 2003. Aspectos Jurídicos, de ética y de Política Forestal a considerar para garantizar el Desarrollo Sostenible de los Bosques Tropicales. Caso de Costa Rica. Resumen en IV Congreso Iberoamericano de Derecho Forestal Ambiental. Santiago, Chile. 154p.

BOYD, J. Y BANZHAF, S. 2007. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. *Ecological Economics* 63: 616–626.

BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; STRASSBURG, B.B.N. Y RODRIGUES, R.R. 2012. Cómo financiar la restauración de los bosques tropicales. *Unasylva* 239 (63): 41-50

BROWN, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests. *FAO Forestry Paper* 134.

BROWN, S. Y LUGO, A.E. 1984. Biomass of Tropical Forests: A New Estimate Based on Forest Volumes. *Science* 223: 1290-1293.

BUDOWSKI, G. 1963. Forest Succession in Tropical Lowlands. Turrialba, Costa Rica. 13 (1): 4244.

CAIRNS, R. D. Y LASSERRE, P. 2006. Implementing carbon credits for forests based on green accounting. *Ecological Economics, Elsevier* 56(4): 610-621.

CALVO, A. 1998. Fijación de Carbono: Una aproximación Económica. *Revista Ciencias Ambientales*. p47.

CARMONA-MORENO C.; BELWARD A.; MALINGREAU, J.P.; GARCIA-ALEGRE, M.; HARTLEY, A.; ANTONOVSKIY, M.; BUCHSHTABER, V. Y PIVOVAROV, V. 2005. Characterizing Inter-annual Variations in Global Fire Calendar Using Data from Earth Observing Satellites. *Global Change Biology* 11:1537-1555.

CARPENTER, S. R.; MOONEY, H. A.; AGARD, J.; CAPISTRANO, D.; DE FRIES, R. S.; DÍAZ, S.; DIETZ, T.; DURAIAPPAH, A. K; OTENG-YEBOAH, A.; PEREIRA, H. M.; PERRINGS, CH.; REID, W. V.; SARUKHAN, J.; SCHOLLES, R. J. Y AND WHYTE, A. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *The National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*. 6 (5): 1305 - 1312 Disponible en: [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0808772106](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0808772106)

CASTILLO, M.; PEDERNEIRA, P. Y PEÑA, E. 2003. Incendios Forestales y Medio Ambiente: una Síntesis Global. *Revista Ambiente y Desarrollo de CIPMA* 19 (3 y 4): 44-53.

CAYUELA, L. 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. *Ecosistemas* 15 (3): 192-198. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=438>.

CEPAL. 1991. *La Dimensión Ambiental en América Latina*. Mexico D.F. 265p

CHRISTIE, M.; HANLEY, N.; WARREN, J.; MURPHY, K.; WRIGHT, R. Y HYDE, T. 2006. Valuing the diversity of biodiversity. *Ecological Economics*, Elsevier 58(2): 304-317.

COMBES M., P.; PIRARD, R. Y COMBES, J. L. 2009. A methodology to estimate impacts of domestic policies on deforestation: Compensated Successful Efforts for "avoided deforestation" (REDD). *Ecological Economics*, Elsevier 68(3): 680-691.

CONTRERAS-HERMOSILLA A.; DOORBOSCH, R. Y LODGE, M. 2007. The Economics of Illegal Logging and Associated Trade. Ponencia para mesa redonda sobre desarrollo sostenible. SG/SD/RT(2007)1/REV. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

CORBERA, E.; GONZÁLES S., C. Y BROWN, K. 2009. Institutional dimensions of Payments for Ecosystem Services: An Analysis of Mexico's carbon forestry programme. *Ecological Economics*, Elsevier 68(3): 743-761.

DAUBER, E.; TERÁN, J. Y GUZMÁN, R. 2000. Estimaciones de Biomasa y Carbono en Bosques Naturales de Bolivia. Superintendencia Forestal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 28p.

DE CAMINO, R. Y ALFARO, M. 1998. La certificación en América Latina: experiencias hasta la fecha. En *Red Forestal para el Desarrollo Rural*, 23c, verano 1998, ODI, Londres.

DEFRA. 2007. An introductory guide to valuing ecosystem services. Department for Environment, Food and Rural Affairs. Disponible: [www.defra.gov.uk](http://www.defra.gov.uk). 68 p.

DELGADO, D. y FINEGAN, B. 1999. Biodiversidad Vegetal en Bosques Manejados. *Revista Forestal Centroamericana* N° 25. Costa Rica. p.14-20.

DIXON, RK. 1995. Agroforestry Systems: Sources or Sinks of Greenhouse Gases? *Agroforestry Systems* 31: 99-116.

DUNG, B. 2006. Payments For Environmental Services In Vietnam: Assessing An Economic Approach To Sustainable Forest Management. The International Development Research Centre. Research Report N°. 2006-RR3. 55p.

ESTRADA T., Z. 2007. Análisis e interpretación de diversidad florística en bosques húmedos del Perú, con énfasis al estudio del “Bosque Macuya” del Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, Departamento de Ucayali. Tesis para Optar el Grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 185p.

ESTRADA T., Z. E. 2012. Caza y comercialización de fauna silvestre en la Región Ucayali. Revista Forestal de Ucayali (En Prensa). Pucallpa, Perú. 25p.

EVA, H.D. Y LAMBIN, E.F. 2000. Fires and Land-cover Change in The Tropics: A Remote Sensing Analysis at The Landscape Scale. Journal of Biogeography 27:765-776.

FAO. 1995. Sistemas de Realización de la Ordenación Forestal Sostenible. Estudio FAO Montes N° 122. Roma. 293p.

FAO. 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Informe Principal. FAO. Roma, Italia. 381p.

FAO. 2011. Situación de los Bosques del Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 193p.

FAO. 2014. El Estado de los Bosques del Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 146p.

FARLEY, J. 2012. Ecosystem services: The economics debate. Ecological Economics 1: 40 - 49.

FASIABEN, M.C.R. 2010. Economic Impact of Legal Forest Reserves on Different Types of Agricultural Land Use. Universidade Estadual de Campinas (Brasil). Tesis para Optar el Grado de Doctor.

FERNÁNDEZ, M.; RIVAS, F. Y DURÁN, M. 2006. Valoración Económica Ambiental del Bosque Experimental “El Caimital”, Municipio Obispos Estado Barinas. Revista Forestal Latinoamericana N° 40. p. 29-45.

FERNÁNDEZ S., R. 2005. Valuing Biodiversity Conservation in a World Heritage Site: Citizens' Non-use Values for Tubbataha Reefs National Marine Park, Philippines. The International Development Research Centre. Research Report N°. 2005-RR4. 80p.

FINEGAN, B. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios Neotropicales de las Tierras Bajas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. Serie Técnica CATIE 188. Turrialba, Costa Rica. 28p.

FISHER, B. Y TURNER, R. K. 2008. Ecosystem services: classification for valuation. Biological Conservation 141: 1167–1169.

FISHER, B.; TURNER, R. K. Y MORLING, P. 2009. Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics* 68: 643-653.

FISHER, R. J.; MAGINNIS, S.; JACKSON, W. J.; BARROW, E. Y JEANRENAUD, S. 2005. *Policy and Conservation: Landscapes, People and Power*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza).

FOCER (FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE ENERGÍA RENOVABLE PARA AMÉRICA CENTRAL). 2002. *Manuales sobre energía renovable: Biomasa*. Users Network (BUN-CA). 1 Edición. San José, C.R. 42 p.

FONTÚRBEL, F. E. 2007. Evaluación de la Pérdida de la Cobertura del Bosque Seco Chaqueño en el Municipio de Torotoro y en el Parque Nacional Torotoro (Potosí, Bolivia), mediante Teledetección. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima - Perú. *Ecología Aplicada* 6 (1,2): 59-66.

FRANQUIS, F. R. E INFANTE, A. M. 2003. Los Bosques y su Importancia para el Suministro de Servicios Ambientales. *Revista Forestal Latinoamericana* 34. p.17-30.

FRESARD B., C. G. 2004. Valor de Madera en Pie del Tipo Forestal Coigüe-Raulí-Tepa, en la Provincia de Valdivia. Tesis para Optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia, Chile. 188p.

GALARZA, E. 2004. *La Economía de los Recursos Naturales*. Universidad del Pacífico. Lima, Perú. 291p.

GALARZA, E. y SERNA, K. LA 2005. ¿Son Sostenibles las Concesiones Forestales en el Perú?. Lima, Perú. *Economía y Sociedad*. 56:34-41.

GARCÍA-MARTÍN, A.; GARCÍA GALINDO, D.; PASCUAL, J.; DE LA RIVA, J.; PÉREZ-CABELLO, F. Y MONTORIO, R. 2011. Determinación de zonas adecuadas para la extracción de biomasa residual forestal en la provincia de Teruel mediante SIG y teledetección. *GeoFocus* 11. p. 19-50.

GARCIDUEÑAS, A. R. 1987. Producción de Biomasa y Acumulación de Nutrientes en un Rodal de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

GENTRY, A. H. 1993. Overview of The Peruvian Flora. In *Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú*. Brako, L. y Zarucchi, J. *Monographs in Systematic Botany from The Missouri Botanical Garden*. Vol. 45: XXIX – XL.

GLAVE, M. Y PIZARRO, R. 2004. *Valoración Económica de la Diversidad Biológica y Servicios Ambientales en el Perú*. Lima, Perú. 473p.

GIRALDO B., B.; ZUBIETA V., M.; VARGAS A., G.; BARRERA G., J. A. 2013. *Bases Técnicas para el Desarrollo Forestal en el Departamento del Guaviare - Amazonia colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi. Bogotá, Colombia. 234p.

GONZALES, J. R. 2005. Crecimiento Económico y Desarrollo Sustentable: El Rol de los Recursos Naturales en la Economía Peruana 1970-2005. Universidad Nacional de Piura. Consorcio de Investigación Económica y Social. Piura, Perú. 83p.

GORFINKIEL, D. 1999. La Valoración Económica de los Bienes Ambientales: Una Aproximación Desde la Teoría y la Práctica. Tesis para Optar el Grado de Máster en Economía Internacional. Departamento de Economía. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 118p.

GREGERSEN, H.; ARNOLD, J.; LUNDGREN, A.; CONTRERAS-HERMOSILLA, A. 1997. Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Estudio FAO MONTES N° 127. Roma, Italia. 66p.

GUDYNAS, E. 2004. Ecología Economía y Ética del desarrollo Sostenible. 5a edición. Coscoroba ediciones. Montevideo, Uruguay. 264p.

GUERRA A., W. F. 2007. Elaboración de Tabla de Volumen Comercial de *Guazuma crinita* mart. (Bolaina Blanca) Procedente de una Plantación Experimental con Diferentes Anchos de Faja, Alexander Von Humboldt (Ucayali, Perú). Tesis para Optar el Título de Ingeniero Forestal. Escuela Profesional de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú. 100p.

HABERL, H.; SCHULZ, N. B.; PLUTZAR, C.; ERB, K.; KRAUSMANN, F.; LOIBL, W.; MOSER, D.; SAUBERER, N.; WEISZ, H.; ZECHMEISTER, H. G. Y ZULKA, P. 2004. Human Appropriation of Net Primary Production and Species Diversity in Agricultural Landscapes. Agriculture. Ecosystems & Environment Vol. 102, No. 2: 213-218.

HEIN, L. 2007. Environmental Economics Tool Kit Analyzing the Economic Costs of Land Degradation and the Benefits of Sustainable Land Management. The Global Support Unit. 2nd (Revised) Edition. Wageningen, The Netherlands. 80 p.

IIAP. 2009a. Evaluación económica de plantaciones de caoba, *Swietenia macrophylla*, en el departamento de San Martín. Serie: Avances Económicos N° 9. Iquitos, Perú. 44p.

IIAP. 2009b. Evaluación económica de plantaciones de tornillo; *Cedrelinga catenaeformis*, en el departamento de Loreto. Serie: Avances Económicos N° 10. Iquitos, Perú. 40p.

IIAP. 2009c. Evaluación económica de parcelas de regeneración natural y plantaciones de Bolaina blanca, *Guazuma crinita*, en el departamento de Ucayali. Serie: Avances Económicos N° 11. Iquitos, Perú. 54p.

INEFAN. 1996. El Factor de Forma. Instituto Ecuatoriano Forestal y de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN). Conocoto, Ecuador. 11 pp.

INEI. 2010. Perú: Anuario de estadísticas ambientales 2010. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Lima, Perú. 524p

INRENA. 2005. Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana - 2000. Memoria Descriptiva. Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM). Lima, Perú, 74p.

IPCC. 2000. Land use, land-use change, and forestry special report. Cambridge University Press. 377p.

IPCC. 2007. Intergovernmental Panel on climate change. The physical sciences basis (Summary for policymakers). <www.ipcc.ch>. Consulta: Diciembre 2011.

IPE (INSTITUTO PERUANO DE ECONOMÍA). 2014. Índice de Competitividad Regional (INCORE) 2014. Lima, Perú. 86p.

IUCN (THE WORLD CONSERVATION UNION). 2004. How Much is An Ecosystem Worth?. Assessing The Economic Value of Conservation. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington, D.C. 48 p.

JARAMILLO, G. Y ZARUMA, J. 2002. Catastro y Valoración de la Vegetación Nativa Protectora: Dudas, Mazar, LLavircay, Pulpito y Juval, Inscrita en la Parroquia Rivera. Trabajo de Investigación. Postgrado Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión Territorial y Ambiental. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador. 31p.

JOSHI, L. 2009. Biodiversity Conservation and Local Livelihoods - Case of Traditional Rubber Agroforestry in Sumatra. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) - Asia Sudoriental.

KANNINEN, M.; MURDIYARSO, D.; SEYMOUR, F.; ANGELSEN, A.; WUNDER, S. Y GERMAN, L. 2007. Do trees grow on money? The implications of deforestation research for policies to promote REDD. Center for International Forestry Research (CIFOR). Bogor, Indonesia. 74p.

KAPHENGST, T.; BASSI, S.; DAVIS, M.; GARDNER, S.; HERBERT, S.; MAZZA, L.; PIETERSE, M. Y RAYMENT, M. 2011. Taking into account opportunity costs when assessing costs of biodiversity and ecosystem action. Final report. Institute for European Environmental Policy. Ecologic Institute, Berlin. 198p.

KAREIVA, P. Y MARVIER, M. 2003. Conserving Biodiversity Coldspots. American Scientist 91:344-351.

KETTUNEN, M. Y TEN BRINK, P. 2006. Value of biodiversity- Documenting EU examples where biodiversity loss has led to the loss of ecosystem services. Final report for the European Commission. Institute for European Environmental Policy (IEEP). Brussels, Belgium. 131 p.

KING, N.A. 2007. Economic valuation of environmental goods and services in the context of good ecosystem governance. Water Policy 9 Supplement 2: 51-67.

KURZ, W.A.; BEUKEMA, S.J.; APPS, M.J. 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for The Carbon Budget Model of The Canadian Forest Sector. Canadian Journal of Forest Research 26: 1973 - 1979.

LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Rossdorf, Alemania. Deutsche Gesellschaft fur Technischc Zusammenarbeit (GTZ). 335p.

- LAYARD, R. Y GLAISTER, S. Eds. 1994. *Cost-benefit Analysis*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. p. 464-489.
- LEÓN, F. 2007. *El Aporte de las Áreas Naturales Protegidas a la Economía Nacional*. INRENA. Lima, Perú. 147p.
- LEÓN, F.; RODRÍGUEZ, A.; DRUMM, A.; MURRUGARRA, F.; LINDBERG, K. Y GONZALES, C. 2009. *Valoración Económica del Turismo en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado: Un Estudio de Caso en Cuatro Áreas Naturales Protegidas del Perú*. The Nature Conservancy. Ministerio del Ambiente. Lima, Perú. 100 p.
- LICKER, R.; JOHNSTON, M.; FOLEY, J. A.; BARFORD, C.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C. Y RAMANKUTTY, N. 2010. *Mind The Gap: How Do Climate and Agricultural Management Explain The "Yield Gap" of Croplands Around The World?*. *Global Ecology and Biogeography* 19(6): 769–782.
- LLELLISH, M.; AYALA, J.; MANZUR, J. Y MATORELA, M. 2007. *El Circuito de Comercialización y los Procesos de Valor Agregado de Pieles de Pecaríes*. Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre. Dirección de Conservación de la Biodiversidad. Lima, Perú. 17p.
- LOPEZ, R. 2000. *Recursos verdes en América Latina: mecanismos de sostenibilidad*. En: *Recursos Naturales y Desarrollo. Un diálogo canadiense latinoamericano*. Editores Donald Brea y Manuel Glave. Consorcio de Investigación Económica y Social. Lima, Perú. 353-386pp.
- MACDIKEN, K. 1997. *A Guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects*. Arlington, VA. US Winrock International. 87 p.
- MADRIGAL, R. Y ALPÍZAR, F. 2008. *Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras*. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17(1): 79-90.
- MALKY H., A. F.. 2007. *Alternativas Económicas para la Conservación de los Bosques en Bolivia. Un Ejercicio de Valoración para el Bosque Chiquitano*. Unidad de Análisis de Políticas Sociales y Económicas. *Revista Análisis Económico UDAPE*. Volumen 22. p.78 - 108.
- MARECHAL, K. Y HECQ, W. 2006. *Temporary credits: A solution to the potential non-permanence of carbon sequestration in forest?*. *Ecological Economics, Elsevier* 58(4): 699-716.
- MARTINEZ, J. Y ROCA, J. 1999. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. Fondo de Cultura Económica. Mexico D. F. 319p.
- MARTÍNEZ, R.; STOCKS, B.J. Y TRUESDALE, D. 2006. *Global Forest Resources Assessment 2005. Thematic Report on Forest Fires in the North American Region*. Fire Management Working Paper. FFM/15/. FAO, Roma.
- MARTINO, D. 2007. *Deforestación en la Amazonía: Principales Factores de Presión y Perspectivas*. *Revista del Sur* N° 169. p. 3-22
- MAXIM, L.; SPANGENBERG, J. H. Y O'CONNOR, M. 2009. *An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework*. *Ecological Economics, Elsevier* 69(1): 12-23.

MEF (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS). 2012. Directiva General del Sistema Nacional de Inversión Pública Resolución Directoral N° 003-2011-EF/68.01 Anexo SNIP 10. Anexo modificado por la Resolución Directoral N° 003-2012-EF/63.01, publicada en el Diario Oficial "El Peruano" el 23 de mayo de 2012. Lima, Perú. 20p.

MELGAR L., M. P. 2004. El Ecoturismo como una Alternativa de Desarrollo Local en el Ejido Revolución del Área de Protección de Flora y Fauna "Valle de los Cirios". Tesis para Optar el Grado de Maestro en Administración Integral del Ambiente. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Tijuana, México. 157p.

MELI, P. 2003. Restauración Ecológica de Bosques Tropicales. Veinte Años de Investigación Académica. INCI [online]. 28 (10) p.581-589. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442003001000006&Ing=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442003001000006&Ing=es&nrm=iso)

MENDOZA, E.; FAY, J. Y DIRZO, R. 2005. A Quantitative Study of Forest Fragmentation in Los Tuxtlas, Mexico. Revista Chilena de Historia Natural 78:451-467.

MOLINA A., P. 2009. Caracterización y Evaluación Preliminar de Plantaciones Forestales en la Cuenca del Río Aguaytia, Amazonía Peruana. Tesis para Optar el Título de Ingeniero de Montes. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 172p.

MOLINA J.I. Y PAÍZ D. 2002. Almacenamiento de Carbono en Sistemas Silvopastoriles en el Municipio de Matiguás, Matagalpa. Tesis. Managua, Nicaragua. 60p.

MUÑOZ R., C.; CANCINO C., J. Y ESPINOSA B., M. 2005. Análisis de biomasa del vuelo de un rodal adulto de *Pinus radiata*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Bosque 26(3): 33-44.

NAIDOO, R. Y ADAMOWICZ, W. L. 2006. Modeling Opportunity Costs of Conservation in Transitional Landscapes. Society for Conservation Biology. Conservation Biology 20(2): 490-500

NASI, R.; BROWN, D.; WILKIE, D.; BENNETT, E.; TUTIN, C.; VAN TOL, G. Y CHRISTOPHERSEN, T. 2008. Conservation and Use of Wildlife-Based Resources: The Bushmeat Crisis. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, y Centro de Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor. Serie Técnica N°. 33. 50p.

NEPSTAD, D. C., MOUTINHO, P. R. y SOARES-FILHO, B. 2006 A Amazonia em Clima de Mudança: Reduzindo as emissões de Carbono resultantes de desmatamento e degradação florestal em grande escala. IPAM - WHRC - UFMG. Belem do Para, Brasil. 18 p.

NUÑEZ, D.; NAHUELHUAL, L. Y OYARZÚN, C. 2006. Forests and water: The value of native temperate forests in supplying water for human consumption. Ecological Economics, Elsevier 58(3): 606-616.

OIMT y UICN (Organización Internacional de las Maderas Tropicales y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). 2009. Directrices OIMT/UICN Para La Conservación y Utilización Sostenible de la Biodiversidad en los Bosques Tropicales Productores de Madera. Segunda Edición.

Serie de Políticas Forestales OIMT N° 17. Disponible en: [http://www.itto.int/es/policypapers\\_guidelines/](http://www.itto.int/es/policypapers_guidelines/)

OLSON, D.; DINERSTEIN, E.; WIKRAMANAYAKE, E.; BURGESS, N.; POWELL, G.; UNDERWOOD, E.; D'AMICO, J.; STRAND, H.; MORRISON, J.; LOUCKS, C.; ALNUTT, T.; LAMOREAUX, J.; RICKETTS, T.; ITOUA, I.; WETTENGEL, W.; KURA, Y.; HEDAO, P. 2001. Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth. *Bio Science*. 51(11):933-938.

ONU (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS). 2008. Resolución Aprobada por la Asamblea General 62/98: Instrumentos Jurídicamente No Vinculantes Sobre Todos Los Tipos de Bosques. Disponible en: <http://daccess-dds ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N07/469/68/PDF/N0746968.pdf?OpenElement>

OROZCO, J. M.; MOGROVEJO, P.; JARA, L. F.; SÁNCHEZ, A.; BUENDIA, B.; DUMET, R. Y BOHÓRQUEZ, N. 2014. Tendencias de la Gobernanza Forestal en Colombia, Ecuador y Perú. TRAFFIC Internacional. Cambridge. 152p.

OSINFOR. 2012. Rol del OSINFOR en el Desarrollo Sostenible de los Bosques Tropicales del Perú. II FORO: "Bosques, Ambiente y Desarrollo". Tingo María, Perú. 40p.

PAGIOLA, S.; VON RITTER, K. Y BISHOP, J. 2004. Assessing the Economic Value of Ecosystem Conservation. The World Bank Environment Department Environment. Department Paper N° 101. Washington, D.C. 66 p.

PAGIOLA, S. 2008. Payments For Environmental Services in Costa Rica. *Ecological Economics* 65: 712-724.

PANTIN, D. Y REID, V. 2005. Economic valuation study: action learning project on incentives for improved water services in the Buff Bay/Pencar watershed. CANARI Who Pays for Water?. Project Document No.2. Caribbean Natural Resources Institute Laventille. Trinidad and Tobago and International Institute for Environment and Development. London, UK. 80 p.

PASTOR, J.; ABER, J.D. Y MELILLO, J. M. 1984. Biomass prediction using generalized allometric regressions for some northeast tree species. *For. Ecol. Manage.* 7:265-274.

PEARCE, D. W. 1993. Economic Values and the Natural World. Cambridge. The Massachusetts Institute of Technology Press.

PEARCE, D. 1994. The Environment: Assessing The Social Rate of Return From. Investment in Temperate Zone Forestry. En: Layard, R. y Glaister, S. (Ed.). Cost-Benefit Analysis. Second Edition. Cambridge University Press. p. 464-489.

PÉREZ C., E. E.; RUÍZ F., C. J.; REYES, F. G.; LÓPEZ L., J. Y CALERO G., C. 2005. Potencial de Plantaciones Forestales y Fijación de Carbono en Nicaragua. Ministerio Agropecuario Forestal (MAGFOR), Proyecto Forestal de Nicaragua (PROFOR), Banco Mundial (BM), Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). Managua, Nicaragua. 178p.

PETERS-STANLEY, M. Y HAMILTON, K. 2012. Developing dimension: state of the voluntary carbon markets 2012. Washington/Nueva York. Ecosystem Marketplace/Forest Trends.

PINEDA, E. Y HALFFTER, G. 2005. Relaciones Entre la Fragmentación del Bosque de Niebla y la Diversidad de Ranas en un Paisaje de Montaña de México, en G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A.

Melic (eds.). Sobre Diversidad Biológica: el Significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Monografías Tercer Milenio. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza. p.165-176.

PITMAN, N. C. A. 2000. A Large-Scale Inventory Of Two Amazonian Tree Communities. Tesis Ph. D. Departament Of Botany In The Graduate. School Of Botany In The Graduate School Of Duke University. 240p.

PNUMA (PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE). S/F. Ecosystem Management: Some Key Initiatives by UNEP.

Disponible en: [http://www.unep.org/Themes/Freshwater/PDF/Ecosystem\\_management-Some\\_key\\_initiatives\\_by\\_UNEP.pdf](http://www.unep.org/Themes/Freshwater/PDF/Ecosystem_management-Some_key_initiatives_by_UNEP.pdf).

POORE, M. E. D. 1968. Studies In Malaysian Rain Forest. I. The Forest On Triassic Sediments In Jengka Forest Reserve. *Journal Of Ecology*. 56:143–196.

PUTZ, F. E.; ZUIDEMA, P. A.; PINARD, M. A.; BOOT, R. G. A. Y SAYER, J. A. 2008. Improved Tropical Forest Management For Carbon Retention. *PLoS Biol*. 6(7):166.

QUESADA M., R. 2008. Manual para Promover la Regeneración Natural en Pastos Degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica. Primera edición. Corporación Garro y Moya S.A. San José, Costa Rica. 63p.

ROBBINS, A.M.J. 2006. Global Forest Resources Assessment 2005 - Report on Fires in The Caribbean and Mesoamerican Regions. Working Paper FM/12/E. FAO, Roma.

RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. Y NAVE, A. G. 2009. On The Restoration of High Diversity Forests: 30 Years of Experiences in The Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142(6): 1242 - 1251.

RODRÍGUEZ-LAGUNA, R.; JIMÉNEZ-PÉREZ, J.; MEZA-RANGEL, J.; AGUIRRE-CALDERÓN, O. Y RAZO-ZARATE, R. 2007. Carbono contenido en un bosque tropical subcaducifolio en la reserva de la biosfera el cielo, Tamaulipas, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 4 (2):215 -222

RUIZ G., J. L. 2012. Valoración Económica de los Servicios Ambientales Hidrológicos en el Ejido la Trinidad, Montemorelos, N.L. Seminarios de Posgrado. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México. 11p.

RUIZ-PÉREZ, M.; ALMEIDA, M.; DEWI, S.; LOZANO COSTA, E. M.; CIAVATTA PANTOJA, M.; PUNTODEWO, A.; DE ARRUDA POSTIGO, A. Y GOULART DE ANDRADE, A. 2005. *Ambio*. 34(3): 218-223.

RUSSO, R.O. 2009. Guía Práctica para la medición de la Captura de Carbono en la Biomasa Forestal. Guacimo, Limón, Costa Rica. Universidad Earth. 17p.

SABINO, C. 1991. Diccionario de Economía y Finanzas. Editorial Panapo. Caracas, Venezuela. 304 p.

SANJURJO R., E. Y WELSCH C., S. s.f. Una Descripción del Valor de los Bienes y Servicios Ambientales Prestados por los Manglares. 22p.

Disponible en: [www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/val\\_eco\\_manglar.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/val_eco_manglar.pdf)

SCBD (SECRETARIA OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY). 2001. The Value of Forest Ecosystems. Montreal, SCBD, 67p. (CBD Technical Series N° 4).

SCBD (SECRETARÍA DEL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA). 2009. Gestión Forestal Sostenible, Biodiversidad y Medios de Vida: Guía de Buenas Prácticas. Montreal, Canadá. 53p.

SCHLEGEL, B.; GAYOSO, J. Y GUERRA, J. 2000. Manual de Procedimientos de Muestreos de Biomasa Forestal. Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques de Chile y Promoción en el Mercado Mundial. Proyecto FONDEF D9811076. Universidad Austral De Chile. Valdivia, Chile. 26p.

SCHULZE, E. D.; WIRTH C. Y HEIMANN, M. 2000. Managing forests after Kioto. *Science* 289:2058-2059.

SEGURA M.; KANNINEN, M.; ALFARO, M. Y CAMPOS, J. J. 1999. Almacenamiento y Fijación de Carbono en Bosques de Bajura de la Zona Atlántica de Costa Rica CATIE. Turrialba, Costa Rica. 20p.

SHONE, B. M. Y CAVIGLIA-HARRIS, J. L. 2006. Quantifying and comparing the value of non-timber forest products in the Amazon. *Ecological Economics*, Elsevier 58(2): 249-267.

SPITTLER, P. 2001. Potencial de Manejo de los Bosques Secundarios en la Zona Seca del Noroeste de Costa Rica. Tesis Ph.D. Goettingen, DE. Instituto de Silvicultura Tropical y Subtropical. Universidad Georga Augusta. Trad. Spittler. 104 p.

SRE (Sociedad para la Restauración Ecológica). 2004. The SER International primer on ecological restoration. Disponible en: [www.ser.org/content/ecological\\_restoration\\_primer.asp](http://www.ser.org/content/ecological_restoration_primer.asp).

STANTON, T.; ECHAVARRIA, M.; HAMILTON, K. Y OTT, C. 2010. *State of watershed payments: an emerging marketplace*. Ecosystem Marketplace. Disponible en: [www.foresttrends.org/documents/files/doc\\_2438.pdf](http://www.foresttrends.org/documents/files/doc_2438.pdf)

STRASSBURG, B. B. N.; KELLY, A.; BALMFORD, A.; DAVIES, R. G.; GIBBS, H. K.; LOVETT, A.; MILES, L.; ORME, C. D. L.; PRICE, J.; TURNER, R. K. Y RODRIGUES, A. S. L. 2010. Global Congruence of Carbon Storage and Biodiversity in Terrestrial Ecosystems. *Conservation Letters* 3(2):98 - 105.

TEIXIDO, A. L.; QUINTANILLA, L. G. Y CARREÑO, F. 2009. Fragmentación del bosque y pérdida del hábitat de helechos amenazados en el Parque Natural Fragas do Eume (NW de España). *Ecosistemas* 18 (1): 60-73. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?id=580>.

UGARTE G., L. J. 2009. Migración, Carreteras y la Dinámica de la Deforestación en Ucayali. Diponiblen:[http://www.gruporedperu.net/biblioteca/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=600&Itemid=94](http://www.gruporedperu.net/biblioteca/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=600&Itemid=94)

UICN. 2008. Private–Public Partnerships Can Achieve Sustainable and Equitable Development. Disponible en: [http://cmsdata.iucn.org/downloads/private\\_public\\_partnerships\\_ghana.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/private_public_partnerships_ghana.pdf).

UNODC Y MINAM (2011). Análisis económico de las actividades causantes de la deforestación en Pichis-Palcazú. Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). Ministerio del Ambiente (MINAM). Lima, Perú. 46p.

UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME). 2004. Economic Instruments in Biodiversity-Related Multilateral Environmental Agreements. First edition. 117p.

URIBE, E.; MENDIETA, J.C.; CARRIAZO, F Y JAIME, H. 2002. Manual De Valoración Económica Para Flujos De Bienes Y Servicios Ambientales. Informe Final Presentado Al Acueducto De Bogotá. Universidad De Los Andes. Bogotá, Colombia.

VAN BEUKERING, P.J.H.; H.; CESAR, H.S.J. Y JANSSEN, M.A. 2002. Economic valuation of the Leuser National Park on Sumatra, Indonesia. *Ecological Economics*, Elsevier 44: 43-62.

VANCLAY, J. 1994. Modelling forest growth and Yield: Applications to mixed tropical forests. Wallingford, CAB International. 297 p.

VAN HECKEN, G. Y BASTIAENSEN, J. 2010. Payments for ecosystem services: justified or not?. A political view. *Environmental Science & Policy*. 13 (8): 785 - 792.

VASQUEZ M., R. y PHILLIPS, O. L. 2000. Floristics And Ecology Of A High-Diversity Forest At Allpahuayo, Amazonian Peru. *Annals Of The Missouri Botanical Garden*. 87:499-527.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D. Y PENEIREIRO, F. M. 2009. Agro-successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery. *Restoration Ecology* 17(4):451-459.

VILLARREAL, S, J. D. 2008. Administración Financiera.

Disponible en: [www.eumed.net/libros/2008b/418/](http://www.eumed.net/libros/2008b/418/)

VILLERS R., L. Y TREJO, V. 2000. El Cambio Climático y la Vegetación en México. *In: México: Una Visión Hacia el Siglo XXI. El Cambio Climático en México*. G. García (Comp.). Ed. Toffer S.A. de C. V. Puma-UNAM. México, D.F. p.63-82.

WADSWORTH, F.H. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Manual de Agricultura 710 – S. IUFRO Textbook Project N° 3. CATIE-USDA. 603p.

WASSENAAR, T.; GERBER, P.; ROSALES, M.; IBRAHIM, V; VERBURG, P. Y STEINFELD, H. s.f. Predicting land use dynamic in the neotropics: the role of livestock in the deforestation process. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/en/dec/neotropics/default.htm>

WEISZ, H.; KRAUSMANN, F.; AMANN, C.; EISENMENGER, N.; ERB, K. H. Y HUBACEK, K. 2006. The Physical Economy of The European Union: Cross-country Comparison and Determinants of Material Consumption. *Ecological Economics* 58: 676-698.

WHITE, D. Y MINANG, P. 2011. Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+ Manual de capacitación. Fondo Coopertivo para el Carbono de los Bosques y por Asistencia para el Financiamiento del Carbono. Banco Mundial. Washington, DC. 292p.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. 1992. Global Biodiversity. Chapman & Hall, London. 585 p.

WWF/ADENA. 2005. En <<http://www.wwf.es/publicaciones.php>>.

YANGGEN, D. 2001. Deforestación en la Selva Peruana: Un Análisis del Impacto de los Diversos Productos Agropecuarios y Tecnologías. In SEPIA VIII: El Problema Agrario en Debate. Lima, Perú. p. 579 – 608

## Anexos

### 1 Encuestas a Usuarios del Bosque Húmedo en Ucayali

#### COMERCIALIZACIÓN DE MADERA

- 1 Nivel de Educación del Encuestado: primaria, secundaria, superior (técnico y/o universitario).
- 2 ¿Realiza aprovechamiento forestal? ¿En qué modalidad? (manual, mecanizado, otros).
- 3 ¿Qué problemas encuentra en el comercialización de madera? (rolliza y/o aserrada).
- 4 ¿Cómo calificaría la gestión forestal en Ucayali? (eficiente, informal, corrupta, otros).
- 5 ¿Cuál es su nivel de conocimiento de los dispositivos legales relacionados con el sector forestal? (nulo, básico, otros).
- 6 Información según zona de producción de madera:
  - 6.1 En el bosque: especies maderables, volumen producido por hectárea, precio de madera rolliza por especie, comercio (local, nacional, internacional), meses de mayor producción, dificultades (clima, otros).
  - 6.2 En la planta industrial: especies maderables, capacidad instalada, volumen producido por turno, precio de madera aserrada por especie, servicios que brinda la empresa (aserrío, secado, reaserrío, otros), número de trabajadores (hombres, mujeres), características de las máquinas (antigüedad, potencia nominal, otros), comercio (local, nacional, internacional), meses de mayor producción, dificultades (clima, otros).

#### TURISMO

- 1 Información general del turista (lugar de procedencia, edad, sexo, nacionalidad, otros).
- 2 ¿Cuál es el motivo de su arribo a Ucayali? (trabajo, turismo, otros).
- 3 ¿Cuál es su nivel de conocimiento de Ucayali? (nulo, básico, otros).
- 4 ¿A través de qué medios obtuvo información de Ucayali? (libros, revistas, internet, otros).
- 5 ¿Qué lugares turísticos son referentes en Ucayali?
- 6 ¿Cuántos días estará en Ucayali?
- 7 ¿Cuánto prevé gastar por día en Ucayali?
- 8 ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por visitar locaciones turísticas en Ucayali?
- 9 ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar si causa algún daño a locaciones turísticas en Ucayali?

## PRODUCTOS DE FAUNA SILVESTRE

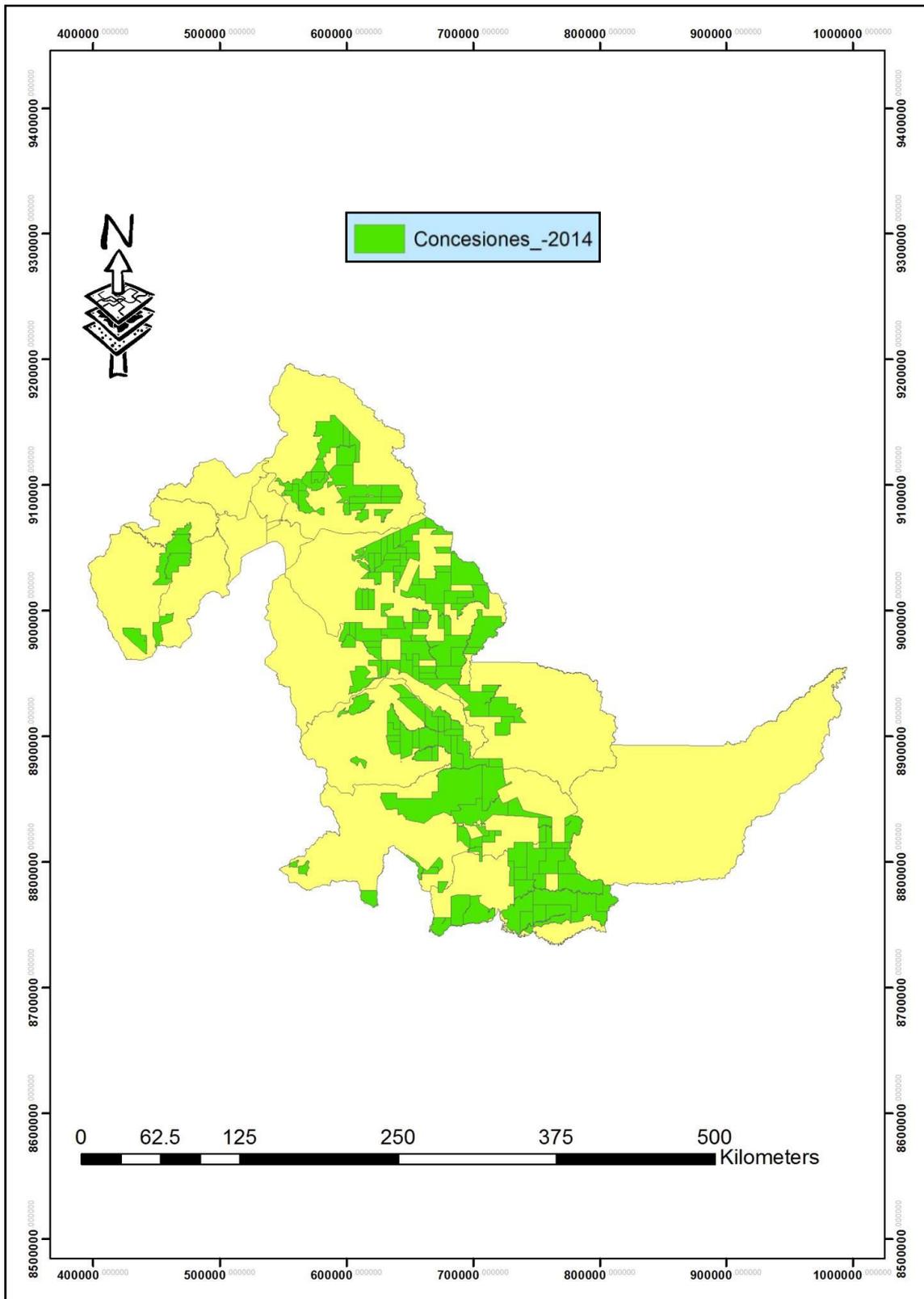
### CAZADORES

- 1 ¿Cuántos días a la semana realiza actividades de caza y/o captura?
- 2 ¿Cuáles son las especies de fauna que caza y/o captura?
- 3 ¿Cuál es el objetivo de la caza y/o captura de la fauna silvestre? (alimentación, comercialización, artesanía, otros).
- 4 ¿Cuáles son los meses de mayor abundancia de fauna silvestre que caza y/o captura?
- 5 ¿Cuáles son los métodos de caza y/o captura de fauna silvestre? (trampa, escopeta, flecha, otros).
- 6 ¿Cuántos días permanece en el bosque para realizar la caza y/o captura de fauna silvestre?. Por cada vez, ¿cuántos kilos de carne y/o número de individuos por especie de fauna extraen?.
- 7 ¿Cuáles son las ventajas económicas que obtiene por la caza y/o captura de fauna silvestre? (primarias, secundarias, otras).

### COMERCIANTES

- 1 ¿A quiénes compran fauna silvestre? (nativos, colonos, ribereños, otros).
- 2 ¿A quiénes venden fauna silvestre? (tiendas, almacenes, personas naturales, otros).
- 3 ¿Cuáles son las especies de fauna silvestre que más comercializan?
- 4 ¿Cuál es el producto de fauna silvestre que comercializa? (animal vivo, piel, huevo, carne, otros).
- 5 ¿Cuáles son los lugares de comercialización de fauna silvestre? (en la misma comunidad, en comunidades vecinas, en ferias, en las ciudades, otros).
- 6 ¿Cuál es el destino de la comercialización? (local, nacional, internacional).
- 7 En el caso de animales vivos, ¿cuál es el nivel de mortandad durante el periodo de comercialización?.
- 8 ¿Cuáles son las ventajas económicas que obtiene por la comercialización de fauna silvestre? (primarias, secundarias, otras).

## 2 Mapa de Concesiones Forestales en Ucayali (2014)



### 3 Inventario de Carbono en el Bosque Macuya

Familia	Nombre Científico	Biomasa (t / ha)		Carbono (t C / ha)
		Del Fuste	Aérea	
Annonaceae	<i>Guatteria chlorantha</i>	0.65	1.46	0.73
Annonaceae	<i>Guatteria sp</i>	0.10	0.22	0.11
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana sp</i>	0.24	0.55	0.27
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i>	0.46	1.03	0.52
Arecaceae	<i>Astrocaryum sp</i>	5.55	12.52	6.26
Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	0.29	0.66	0.33
Arecaceae	<i>Siparuna sp.</i>	0.85	1.91	0.95
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i>	0.13	0.30	0.15
Caryocaraceae	<i>Caryocar sp</i>	0.26	0.59	0.29
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella sp</i>	0.47	1.06	0.53
Euphorbiaceae	<i>Hevea sp</i>	0.63	1.43	0.71
Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	10.45	23.54	11.77
Fabaceae	<i>Bauhinia sp</i>	0.06	0.13	0.06
Fabaceae	<i>Inga sp</i>	0.77	1.75	0.87
Fabaceae	<i>Pterocarpus sp.</i>	18.06	40.70	20.35
Lauraceae	<i>Nectandra sp</i>	0.19	0.43	0.22
Lauraceae	<i>Ocotea sp</i>	0.72	1.62	0.81
Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp.</i>	12.84	28.94	14.47
Meliaceae	<i>Guarea sp</i>	3.72	8.38	4.19
Meliaceae	<i>Trichilia pleana</i>	1.19	2.68	1.34
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	0.40	0.90	0.45
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	2.22	4.99	2.50
Moraceae	<i>Naucleopsis glabra</i>	8.33	18.76	9.38
Moraceae	<i>Poulsenia armata</i>	4.61	10.39	5.19
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	14.53	32.75	16.38
Myristicaceae	<i>Virola weberbaueri</i>	2.16	4.86	2.43
Olacaceae	<i>Heisteria sp.</i>	5.91	13.32	6.66
Piperaceae	<i>Piper aduneum</i>	0.41	0.91	0.46
Rubiaceae	<i>Duroia hirsuta</i>	4.94	11.14	5.57
Sapotaceae	<i>Manilkara sp</i>	9.92	22.35	11.17
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i>	0.10	0.22	0.11
Sterculiaceae	<i>Theobroma sp</i>	1.16	2.61	1.30
Tiliaceae	<i>Apeiba membranaceae</i>	2.16	4.86	2.43
Violaceae	<i>Rinorea viridifolia</i>	0.44	0.99	0.49
<b>Total</b>		<b>114.90</b>	<b>258.93</b>	<b>129.47</b>
		Otros Componentes	Sotobosque	2.81
			Hojarasca	17.01
			Necromasa	3.67
			Raíz	19.42
			Suelo	14.82
		<b>Total de Biomasa</b>		<b>187.20</b>

Relación entre la masa subterránea y aérea	0.26
Factor de expansión de biomasa <sup>1</sup>	2.25

<sup>1</sup> **Brown (1997)**

#### 4 Referencias de Plantaciones Experimentales con Especies Seleccionadas

Nombre Científico	Descripción	Fuente
Bolaina Blanca  <i>Guazuma crinita</i>	Con una densidad de 400 ind/ha podría tener 100 m <sup>3</sup> de madera rolliza comercial. El mismo autor señala que para la Guazuma crinita se tiene un factor de conversión de 0.67.	GUERRA, W. 2002 Elaboración de Tabla de volumen comercial con y sin corteza, realizado en la estación experimental Alexander Von Humboldt, Ucayali, Perú. Tesis Ingeniero Forestal Universidad Nacional De Ucayali, Perú. 100p.
	En plantaciones su supervivencia es muy buena, así como su crecimiento que fue de los mejores que se ensayaron en el campo experimental del INIA, siendo de 1.46 cm/año en DAP.	NALVARTE, W.; SABOGAL, C.; GALVÁN, O.; MARMILLOD, D.; ÁNGULO, W.; CORDOVA, N.; COLÁN, V. 2004. Silvicultura en la Amazonía peruana. Diagnóstico de experiencias en la región de Ucayali y la provincia de Puerto Inca. CIFOR - INRENA - INIA. Pucallpa. Perú. 105p.
	En otros ensayos tuvo un crecimiento de 20-25 cm de diámetro y 12-15 m de altura a los 5 años.	REYNEL, C.; PENNINGTON, R. T.; FLORES, C.; DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana. ICRAF. Iquitos. Perú. 50p.
	En otros ensayos realizados con bolaina, más concretamente la parcela de ICRAF, se ha llegado hasta los 27 cm en DAP a los 10 años, mientras que el crecimiento en altura no fue muy superior, alcanzando los 21 m. En otra experiencia, concretamente en una parcela agroforestal, a los 4 años de edad se obtuvieron unos crecimientos de 10 m en altura y un DAP de 13 cm.	MOLINA A., P. 2009. Caracterización y Evaluación Preliminar de Plantaciones Forestales en la Cuenca del Río Aguaytía, Amazonía Peruana. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Trabajo Final para Optar el Título de Ingeniero de Montes. Valencia, España. 172p.
Caoba  <i>Swietenia macrophylla</i>	Pero las experiencias han sido un fracaso, debido a la aparición del barrenador <i>Hypsipyla grandella</i> que causó la muerte del 100% de los ensayos realizados en plantaciones puras de caoba.	FLORES B., Y. 2001. Síntesis de efectos ecológicos negativos de las plantaciones forestales. Revista AGRO-INIEA. p24-31.
	A los 20 años de edad en plantaciones puras, se obtuvo un DAP promedio de 12.6 cm, con un valor máximo de 21.5 cm. Con relación a la altura total se obtuvo un promedio de 7.8 m. Estos valores son extremadamente bajos para esta especie, y solo sirve para corroborar que el sistema de plantaciones puras y en zonas con alta incidencia de <i>Hypsipyla grandella</i> deben evitarse.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	Si se desea obtener un mejor crecimiento, los árboles de caoba deberán ser plantados en fajas de 5 m de ancho, de preferencia en laderas de suelo cambisol. La densidad no debería superar las 10 a 15 plantas por hectárea (INIA, 1991).	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	Como ejemplo de buenos crecimientos de caoba en otros lugares podemos mencionar que en Martinica, en lugares situados entre 250 m y 500 m sobre el nivel del mar, el crecimiento de caoba a los 20 años según Marie (1949) fue de 20.25 m de altura y 46.5 cm en DAP. Asimismo Wadsworth (1960) informa sobre el crecimiento de los árboles de caoba en diferentes países de América. En Nicaragua, una plantación de 7 años de edad, a 15 m.s.n.m., con temperatura promedio de 25 °C y 3000 mm de precipitación, media 10 m de altura total y 11 cm de DAP. En Jamaica, una plantación de 10 años de edad, establecida a 600 m.s.n.m, en un suelo residual donde se producían elevadas precipitaciones, se obtuvo 10 m de altura total y 15 cm de DAP.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	Su crecimiento a los 10 años es de 6-27 cm de diámetro y 15-20 m en altura.	REYNEL, C.; PENNINGTON, R. T.; FLORES, C.; DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía Peruana. ICRAF. Iquitos. Perú. 50p.
	En fajas de 5 m de ancho el desarrollo fue de 6.5 m de altura y 5 cm de diámetro. Por otro lado, en los ensayos del INIA en el B.N.A.V.H. el Incremento Medio Anual en diámetro a los 10.6 años fue de 0.39 cm/año.	NALVARTE, W.; SABOGAL, C.; GALVÁN, O.; MARMILLOD, D.; ÁNGULO, W.; CORDOVA, N.; COLÁN, V. 2004. Silvicultura en la Amazonía peruana. Diagnóstico de experiencias en la región de Ucayali y la provincia de Puerto Inca. CIFOR - INRENA - INIA. Pucallpa. Perú. 105p.
Tornillo  <i>Cedrelinga cateniformis</i>	Un diámetro de 24 cm a los 10.5 años	NALVARTE, W.; SABOGAL, C.; GALVÁN, O.; MARMILLOD, D.; ÁNGULO, W.; CORDOVA, N.; COLÁN, V. 2004. Silvicultura en la Amazonía peruana. Diagnóstico de experiencias en la región de Ucayali y la provincia de Puerto Inca. CIFOR - INRENA - INIA. Pucallpa. Perú. 105p.
	En plantaciones puras, alcanzó un DAP promedio de 35.8 cm en 20 años.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	Vidaurre (1994) menciona que en base antecedentes de crecimiento en Tingo María e Iquitos (Perú) se ha hecho una estimación teórica de un volumen aprovechable de 870 m <sup>3</sup> /ha para 400 árboles a los 30 años.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	Plantación en fajas de enriquecimiento: A los 20 años de edad, la mayor parte de los tratamientos muestran un DAP promedio superior a 20 cm y un promedio de 23.2 m de altura.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	En evaluaciones posteriores, en la edad cercana al turno, 30 años, los crecimientos han sido de 46 cm y una altura de 30 m. siendo su incremento medio anual de diámetro de 2.1 cm	ÁNGULO R., W. 2006. Crecimiento, productividad y análisis financiero de plantaciones de Tornillo. Revista Agroforestal Agro-Iniea. Perú. N °4. p20-25.
	Con respecto al volumen de <i>C. cateniformis</i> en plantaciones puras es necesario mencionar que en Jenaro Herrera, Perú (Claussi et al. 1992) se determinó un volumen de 409.5 m <sup>3</sup> /ha a los 18.5 años en plantaciones con 3 x 3 m de espaciamiento inicial y con 622 árboles por ha.	FLORES B., Y. 2010. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana. INIA. Lima, Perú. 64p.
	En fajas de 5m, a la edad de 26 años el desarrollo en altura es de 30m y el diámetro de 53 cm, mientras que en plantaciones puras a campo abierto a la edad de 21 años el crecimiento ha sido de 23 m en altura y 31.9 cm de diámetro.	MOLINA A., P. 2009. Caracterización y Evaluación Preliminar de Plantaciones Forestales en la Cuenca del Río Aguaytía, Amazonía Peruana. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Trabajo Final para Optar el Título de Ingeniero de Montes. Valencia, España. 172p.

## 5 Modelos de Crecimiento para Especies Seleccionadas

Especie	Modelo	Descripción	Fuente
"Bolaina Blanca" <i>Guazuma crinita</i>	$Ln(V) = -0.49 + 1.80 * Ln(DAP) + 0.839 * Ln(H)$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial con corteza en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en m y H es la altura comercial en m.	Guerra (2007)
"Caoba" <i>Swietenia macrophylla</i>	$Ad = 12.34 * e^{-4.9*(T)^{-0.29}}$	<u>Donde:</u> Ad es la altura dominante en metros y T es la edad en años (siendo 12.34 m la altura dominante a una edad base de 10 años) (En Iquitos, Perú, alcanza los 27 cm de diámetro y de 20 m a 25 m de altura en 12 años (Conabio, 2001))	Pérez <i>et al</i> (2012)
	$DAP = 4.0018198 * 0.011130 * T$	<u>Donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es el tiempo en años.	Cuevas <i>et al</i> (1992)
	$H = \frac{22.76}{1 + e^{-\frac{T-7.74}{4.76}}}$	<u>Donde:</u> H es la altura total en m y T es la edad en años.	Yamada y Gholz (2002)
	$DAP = -3.28 + 3.08 * T - 0.03 * T^2$	<u>Donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Yamada y Gholz (2002)
	$DAP = 32.58 * (1 - e^{-0.142*T})^{2.387}$	Formula de Chapman-Richards, <u>donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Rodríguez (1996)
	$DAP = 44.264 * e^{9.688*T^{-1}}$	Formula de Shumacher, <u>donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Rodríguez (1996)
	$H = 18.742 * Ln(T) - 22.485$	<u>Donde:</u> H es la altura total en m y T es la edad en años.	Vallejo <i>et al</i> (2004)
	$V = 0.003112 + 0.00004978 * DAP^2 * H$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	Gutierrez <i>et al</i> (2009)
	$H = 4.001819805 + 0.011130916 * T^2$	<u>Donde:</u> H es la altura total en metros y T es la edad en años.	Cuevas <i>et al</i> (1992)
	$DAP = 4.135300159 + 0.21354577 * T^2$	<u>Donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Cuevas <i>et al</i> (1992)
	$VAE = -2.4403 + 0.046383 * DAP - 0.00006461 * DAP^2$	<u>Donde:</u> VAE es el volumen aserrado exportable en m <sup>3</sup> y DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm.	Kómetter y Maraví (2007)
	$DAP = 4.0965 * e^{0.0286*T}$	<u>Donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$H = 4.0232 * e^{0.032*T}$	<u>Donde:</u> H es la altura comercial en metros y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$V = 0.0258 * T^{0.0721}$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$V = -3.366 + 0.0597 * DAP + 0.1861 * H$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	Rodas (2000)
	$V = -8.916 + 0.309 * H + 0.123 * DAP$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; H es la altura comercial en m y DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm.	Rivas (2000)
$V = -6.285503 + 0.09879648 * DAP + 0.2205042 * H$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	Zetina (1999)	
$V = 0.0000513626 * (DAP^2 * H)^{1.00497842}$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	Koper (1969)	

Especie	Modelo	Descripción	Fuente
"Tornillo"  <i>Cedrelinga cateniformis</i>	$Y = -42.372 + 24.749 * \text{Log}X$	<u>Donde:</u> Y es el volumen aprovechable en m <sup>3</sup> y X es el DAP (diámetro a la altura del pecho) en cm.	Mostacedo (2007)
	$Hd = \text{AntLn} \left( \text{Ln}(IS) + 4.05361351918194 * \left( \left( \frac{1}{15^{0.32}} \right) - \left( \frac{1}{T^{0.32}} \right) \right) \right)$	Ecuación de altura dominante en base al índice de sitio y edad a una edad de 15 años, <u>donde:</u> Hd es la altura dominante en m, IS es el índice de sitio y T es la edad en años.	Otárola <i>et al</i> (2001)
	$FC = 0.5169 - 0.0011 * D$	<u>Donde:</u> FC es el factor de conversión de madera rolliza en madera aserrada y D es el diámetro promedio de la madera rolliza en cm.	Bazán (1986)
	$H = 4.3875 * DAP^{0.5076}$	<u>Donde:</u> H es la altura comercial en m y DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm.	Flores (2002)
	$DAP = 5.3986 * e^{(0.0312 * T)}$	<u>Donde:</u> DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$H = 1.9108 * T^{0.6878}$	<u>Donde:</u> H es la altura comercial en m y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$V = 0.1394 * T^{0.0858}$	<u>Donde:</u> V es el volumen en m <sup>3</sup> y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
	$V = 0.0518 * e^{0.0872 * T}$	<u>Donde:</u> V es el volumen en m <sup>3</sup> y T es la edad en años.	Giraldo <i>et al</i> (2013)
Varias Especies	$TCR\_H^{0.114} = 1.96 * D\_T^{-0.099}$	<u>Donde:</u> TCR_H es la tasa de crecimiento relativo en altura en m y T es la edad en años.	Molina (2009)
	$TCR\_D^{0.019} = 1.83 * D\_T^{-0.089}$	<u>Donde:</u> TCR_D es la tasa de crecimiento relativo en diámetro en cm y T es la edad en años.	Molina (2009)
	$V = 0.0567 + 0.5074 * DAP^2 * H$	Formula de FAO para especies latifoliadas, <u>donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	FAO (1968)
	$V = 0.108337266 + 0.000046499 * DAP^2 * H$	<u>Donde:</u> V es el volumen comercial en m <sup>3</sup> ; DAP es el diámetro a la altura del pecho en cm y H es la altura comercial en m.	Koper (1969)

## 6 Almacenamiento de Carbono por Propuesta de Gestión

Densidad Básica de la Madera (Relación entre el peso seco y volumen saturado)	Bolaina Blanca	0.41	t/m <sup>3</sup>
	Caoba	0.46	t/m <sup>3</sup>
	Tomillo	0.45	t/m <sup>3</sup>
Relación entre t de carbono y t de biomasa		0.50	t C / t de Biomasa
Relación entre t CO <sub>2</sub> equivalente y t de carbono		3.67	t eq CO <sub>2</sub> / t C
Precio Internacional de t de CO <sub>2</sub> equivalente		3.00	US\$ / t eq CO <sub>2</sub>
Factor de Expansión de la Biomasa		2.25	

Plantación de Bolaina Blanca con Manejo de Regeneración Natural y Pura						
Edad (Años)	Incremento (m <sup>3</sup> / ha)	Biomasa (t / ha)		Captura de Carbono		Ingresos por Carbono (US\$ / ha)
		Fuste	Total	(tC / ha)	(teq CO <sub>2</sub> / ha)	
1	0.446	0.183	0.412	0.206	0.762	2.29
2	1.091	0.447	1.006	0.503	1.861	5.58
3	4.915	2.015	4.534	2.267	8.389	25.17
4	8.797	3.607	8.115	4.057	15.012	45.04
5	13.325	5.463	12.292	6.146	22.740	68.22
6	18.460	7.569	17.029	8.515	31.505	94.51
7	24.081	9.873	22.214	11.107	41.096	123.29
8	30.003	12.301	27.678	13.839	51.204	153.61

Promedios	5.83	tC / ha / año
	21.57	teq CO <sub>2</sub> / ha / año

Plantación Pura de Caoba						
Edad (Años)	Incremento (m <sup>3</sup> / ha)	Biomasa (t / ha)		Captura de Carbono		Ingresos por Carbono (US\$ / ha)
		Fuste	Total	(tC / ha)	(teq CO <sub>2</sub> / ha)	
1	10.000	4.600	10.350	5.175	19.148	57.443
2	14.668	6.747	15.181	7.591	28.085	84.256
3	2.248	1.034	2.326	1.163	4.304	12.911
4	2.452	1.128	2.538	1.269	4.696	14.087
5	2.676	1.231	2.769	1.385	5.124	15.371
6	2.920	1.343	3.022	1.511	5.590	16.771
7	3.186	1.465	3.297	1.649	6.100	18.299
8	3.476	1.599	3.598	1.799	6.656	19.967
9	3.793	1.745	3.925	1.963	7.262	21.786
10	4.138	1.904	4.283	2.142	7.924	23.771
11	4.515	2.077	4.673	2.337	8.646	25.937
12	4.927	2.266	5.099	2.550	9.433	28.300
13	5.376	2.473	5.564	2.782	10.293	30.879
14	5.865	2.698	6.071	3.035	11.231	33.692
15	6.400	2.944	6.624	3.312	12.254	36.762
16	6.983	3.212	7.227	3.614	13.371	40.112
17	7.619	3.505	7.886	3.943	14.589	43.766
18	8.313	3.824	8.604	4.302	15.918	47.754
19	9.071	4.173	9.388	4.694	17.368	52.105
20	9.897	4.553	10.244	5.122	18.951	56.853
21	10.799	4.968	11.177	5.589	20.678	62.033
22	11.783	5.420	12.195	6.098	22.562	67.685
23	12.857	5.914	13.307	6.653	24.617	73.852
24	14.028	6.453	14.519	7.260	26.860	80.581
25	15.306	7.041	15.842	7.921	29.308	87.923
26	16.701	7.682	17.285	8.643	31.978	95.934
27	18.223	8.382	18.860	9.430	34.892	104.675
28	19.883	9.146	20.579	10.289	38.071	114.213
29	21.695	9.980	22.454	11.227	41.540	124.619
30	23.671	10.889	24.500	12.250	45.325	135.974
31	25.828	11.881	26.732	13.366	49.454	148.363
32	28.181	12.963	29.168	14.584	53.961	161.882
33	30.749	14.145	31.825	15.913	58.877	176.631
34	33.551	15.433	34.725	17.363	64.242	192.725
35	36.608	16.840	37.889	18.945	70.095	210.285
36	39.943	18.374	41.341	20.671	76.482	229.445
37	43.583	20.048	45.108	22.554	83.450	250.351
38	47.554	21.875	49.218	24.609	91.054	273.162
39	51.887	23.868	53.703	26.851	99.350	298.051
40	56.615	26.043	58.596	29.298	108.403	325.208

Promedios	8.77	tC / ha / año
	32.45	teq CO <sub>2</sub> / ha / año

Sistema Silvoagrícola con Tornillo, Cacao y Banano						
Edad (Años)	Incremento (m <sup>3</sup> / ha)	Biomasa (t / ha)		Captura de Carbono		Ingresos por Carbono (US\$ / ha)
		Fuste	Total	(tC / ha)	(teq CO <sub>2</sub> / ha)	
1	10.000	4.500	10.125	5.063	18.731	56.194
2	14.668	6.601	14.851	7.426	27.475	82.424
3	2.248	1.011	2.276	1.138	4.210	12.630
4	2.452	1.104	2.483	1.242	4.594	13.781
5	2.676	1.204	2.709	1.355	5.012	15.037
6	2.920	1.314	2.956	1.478	5.469	16.407
7	3.186	1.434	3.225	1.613	5.967	17.902
8	3.476	1.564	3.519	1.760	6.511	19.533
9	3.793	1.707	3.840	1.920	7.104	21.312
10	4.138	1.862	4.190	2.095	7.751	23.254
11	4.515	2.032	4.572	2.286	8.458	25.373
12	4.927	2.217	4.988	2.494	9.228	27.685
13	5.376	2.419	5.443	2.721	10.069	30.207
14	5.865	2.639	5.939	2.969	10.987	32.960
15	6.400	2.880	6.480	3.240	11.988	35.963
16	6.983	3.142	7.070	3.535	13.080	39.240
17	7.619	3.429	7.714	3.857	14.272	42.815
18	8.313	3.741	8.417	4.209	15.572	46.716
19	9.071	4.082	9.184	4.592	16.991	50.972
20	9.897	4.454	10.021	5.011	18.539	55.617
21	10.799	4.860	10.934	5.467	20.228	60.684
22	11.783	5.302	11.930	5.965	22.071	66.214
23	12.857	5.786	13.017	6.509	24.082	72.247
24	14.028	6.313	14.203	7.102	26.276	78.829
25	15.306	6.888	15.498	7.749	28.671	86.012
26	16.701	7.515	16.910	8.455	31.283	93.849
27	18.223	8.200	18.450	9.225	34.133	102.400
28	19.883	8.947	20.132	10.066	37.243	111.730
29	21.695	9.763	21.966	10.983	40.637	121.910
30	23.671	10.652	23.967	11.984	44.339	133.018

Promedios	4.78	tC / ha / año
	13.27	teq CO <sub>2</sub> / ha / año

## 7 Valor Presente Neto por Propuesta de Gestión

Plantación de Bolaina Blanca con Manejo de Regeneración Natural								
Edad	DAP <sup>1</sup>	Hc <sup>2</sup>	Volumen Comercial	Ingresos por Madera	Costos	Beneficio Neto (US\$ / ha)		
(años)	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> / ha)	(US\$ / ha)	(US\$ / ha)	4%	10%	15%
1	1.500	4.445	0.446	0.00	354.33	-340.71	-322.12	-308.12
2	2.760	5.245	1.537	0.00	100.00	-92.46	-82.64	-75.61
3	5.690	6.140	6.452	0.00	70.00	-62.23	-52.59	-46.03
4	8.560	7.126	15.249	0.00	130.00	-111.12	-88.79	-74.33
5	11.370	8.192	28.574	0.00	30.00	-24.66	-18.63	-14.92
6	14.120	9.323	47.034	0.00	60.00	-47.42	-33.87	-25.94
7	16.810	10.497	71.114	0.00	30.00	-22.80	-15.39	-11.28
8	19.440	11.691	101.118	7,145.66	2,100.00	3,686.82	2,353.84	1,649.44

Valor Presente Neto (US\$ / ha)		
4%	10%	15%
2,985.43	1,739.80	1,093.22

Costo de Oportunidad (US\$ / ha / año)		
4%	10%	15%
373.18	217.47	136.65

Plantación Pura de Bolaina Blanca								
Edad	DAP <sup>1</sup>	Hc <sup>2</sup>	Volumen Comercial	Ingresos por Madera	Costos	Beneficio Neto (US\$ / ha)		
(años)	(cm)	(m)	(m <sup>3</sup> / ha)	(US\$ / ha)	(US\$ / ha)	4%	10%	15%
1	1.500	4.445	0.446	0.00	664.33	-638.78	-603.94	-577.68
2	2.760	5.245	1.537	0.00	150.00	-138.68	-123.97	-113.42
3	5.690	6.140	6.452	0.00	130.00	-115.57	-97.67	-85.48
4	8.560	7.126	15.249	0.00	80.00	-68.38	-54.64	-45.74
5	11.370	8.192	28.574	0.00	30.00	-24.66	-18.63	-14.92
6	14.120	9.323	47.034	0.00	30.00	-23.71	-16.93	-12.97
7	16.810	10.497	71.114	0.00	30.00	-22.80	-15.39	-11.28
8	19.440	11.691	101.118	7,145.66	2,100.00	3,686.82	2,353.84	1,649.44

Valor Presente Neto (US\$ / ha)		
4%	10%	15%
2,654.23	1,422.66	787.95

Costo de Oportunidad (US\$ / ha / año)		
4%	10%	15%
331.78	177.83	98.49

<sup>1</sup>: Diámetro a la altura del pecho y <sup>2</sup>: Altura comercial

Plantación Pura de Caoba						
Edad (años)	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> / ha)	Ingresos por Madera (US\$ / ha)	Costos (US\$ / ha)	Beneficio Neto (US\$ / ha)		
				4%	10%	15%
1	10.000	0.00	456.67	-439.10	-415.15	-397.10
2	24.668	0.00	60.00	-55.47	-49.59	-45.37
3	26.915	0.00	116.67	-103.72	-87.65	-76.71
4	29.368	0.00	118.33	-101.15	-80.82	-67.66
5	32.044	0.00	30.00	-24.66	-18.63	-14.92
6	34.963	0.00	30.00	-23.71	-16.93	-12.97
7	38.149	0.00	30.00	-22.80	-15.39	-11.28
8	41.625	0.00	30.00	-21.92	-14.00	-9.81
9	45.418	0.00	15.00	-10.54	-6.36	-4.26
10	49.556	0.00	15.00	-10.13	-5.78	-3.71
11	54.071	0.00	15.00	-9.74	-5.26	-3.22
12	58.998	0.00	15.00	-9.37	-4.78	-2.80
13	64.373	0.00	15.00	-9.01	-4.34	-2.44
14	70.239	0.00	15.00	-8.66	-3.95	-2.12
15	76.638	0.00	15.00	-8.33	-3.59	-1.84
16	83.621	0.00	15.00	-8.01	-3.26	-1.60
17	91.241	0.00	15.00	-7.70	-2.97	-1.39
18	99.554	0.00	15.00	-7.40	-2.70	-1.21
19	108.625	0.00	15.00	-7.12	-2.45	-1.05
20	118.522	0.00	15.00	-6.85	-2.23	-0.92
21	129.321	0.00	15.00	-6.58	-2.03	-0.80
22	141.104	0.00	15.00	-6.33	-1.84	-0.69
23	153.961	0.00	15.00	-6.09	-1.68	-0.60
24	167.989	0.00	15.00	-5.85	-1.52	-0.52
25	183.295	0.00	15.00	-5.63	-1.38	-0.46
26	199.996	0.00	15.00	-5.41	-1.26	-0.40
27	218.219	0.00	15.00	-5.20	-1.14	-0.34
28	238.102	0.00	15.00	-5.00	-1.04	-0.30
29	259.797	0.00	15.00	-4.81	-0.95	-0.26
30	283.468	0.00	15.00	-4.62	-0.86	-0.23
31	309.296	0.00	15.00	-4.45	-0.78	-0.20
32	337.478	0.00	15.00	-4.28	-0.71	-0.17
33	368.227	0.00	15.00	-4.11	-0.65	-0.15
34	401.778	0.00	15.00	-3.95	-0.59	-0.13
35	438.386	0.00	15.00	-3.80	-0.53	-0.11
36	478.329	0.00	15.00	-3.66	-0.49	-0.10
37	521.912	0.00	15.00	-3.51	-0.44	-0.09
38	569.466	0.00	15.00	-3.38	-0.40	-0.07
39	621.353	0.00	15.00	-3.25	-0.36	-0.06
40	677.968	239,548.53	27,580.00	44,150.72	4,683.43	791.33

Valor Presente Neto (US\$ / ha)		
4%	10%	15%
43,165.42	3,918.93	123.26

Costo de Oportunidad (US\$ / ha / año)		
4%	10%	15%
1,079.14	97.97	3.08

Sistema Silvoagrícola con Tornillo, Banano y Cacao								
Edad (años)	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> / ha)	Ingresos por Madera (US\$ / ha)	Ingresos por Banano (US\$ / ha)	Ingresos por Cacao (US\$ / ha)	Costos (US\$ / ha)	Beneficio Neto (US\$ / ha)		
						4%	10%	15%
1	10.000	0.00	0.00	0.00	352.00	-338.46	-320.00	-306.09
2	24.668	0.00	326.67	0.00	10.00	292.78	261.71	239.45
3	26.915	0.00	340.00	0.00	110.00	204.47	172.80	151.23
4	29.368	0.00	343.33	0.00	110.00	199.45	159.37	133.41
5	32.044	0.00	345.00	595.00	30.00	747.95	565.04	452.43
6	34.963	0.00	348.33	608.33	30.00	732.36	523.08	400.62
7	38.149	0.00	340.00	610.00	30.00	699.12	472.11	345.86
8	41.625	0.00	343.33	613.33	30.00	677.11	432.30	302.93
9	45.418	0.00	0.00	616.67	15.00	422.72	255.17	171.03
10	49.556	0.00	0.00	596.67	15.00	392.95	224.26	143.78
11	54.071	0.00	0.00	608.33	15.00	385.42	207.96	127.53
12	58.998	0.00	0.00	1,253.33	15.00	773.46	394.57	231.45
13	64.373	0.00	0.00	633.33	15.00	371.35	179.11	100.50
14	70.239	0.00	0.00	650.00	15.00	366.70	167.22	89.74
15	76.638	0.00	0.00	630.00	15.00	341.49	147.23	75.58
16	83.621	0.00	0.00	625.00	15.00	325.68	132.75	65.19
17	91.241	0.00	0.00	660.00	15.00	331.13	127.61	59.94
18	99.554	0.00	0.00	625.00	15.00	301.11	109.71	49.29
19	108.625	0.00	0.00	630.00	15.00	291.91	100.56	43.21
20	118.522	0.00	0.00	630.00	15.00	280.68	91.42	37.58
21	129.321	0.00	0.00	630.00	15.00	269.88	83.11	32.68
22	141.104	0.00	0.00	630.00	15.00	259.50	75.55	28.41
23	153.961	0.00	0.00	625.00	15.00	247.49	68.12	24.51
24	167.989	0.00	0.00	625.00	15.00	237.97	61.93	21.31
25	183.295	0.00	0.00	625.00	15.00	228.82	56.30	18.53
26	199.996	0.00	0.00	0.00	15.00	-5.41	-1.26	-0.40
27	218.219	0.00	0.00	0.00	15.00	-5.20	-1.14	-0.34
28	238.102	0.00	0.00	0.00	15.00	-5.00	-1.04	-0.30
29	259.797	0.00	0.00	0.00	15.00	-4.81	-0.95	-0.26
30	283.468	50,079.36	0.00	0.00	16,240.00	10,433.30	1,939.28	511.08

Valor Presente Neto (US\$ / ha)		
4%	10%	15%
19,455.93	6,683.86	3,549.88

Costo de Oportunidad (US\$ / ha / año)		
4%	10%	15%
648.53	222.80	118.33

8 Panel Fotográfico de Actividades Realizadas en Campo



Foto 1. Cazador que separa la piel de la carne en Sajino (*Pecari tajacu*) para consumo y comercialización. Purus (Ucayali). Febrero de 2011. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 2. Comercialización de carne ahumada y seca ("cecina"). Pucallpa (Ucayali). Mayo de 2011. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 3. Realización de encuesta a cazadores de fauna silvestre. Purus (Ucayali). Febrero de 2011. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 4. Realización de encuesta a turistas. Padre Abad (Ucayali). Julio de 2011. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 5. Preparación de brigada para inventario de carbono. Bosque Macuya (Ucayali). Marzo de 2012. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 6. Muestras de hojarasca y necromasa en inventario de carbono. Bosque Macuya (Ucayali). Marzo de 2012. Técnica digital. Archivo de la autora.



Foto 7. En el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba (Costa Rica). Julio de 2014. Técnica digital. Archivo de la autora.

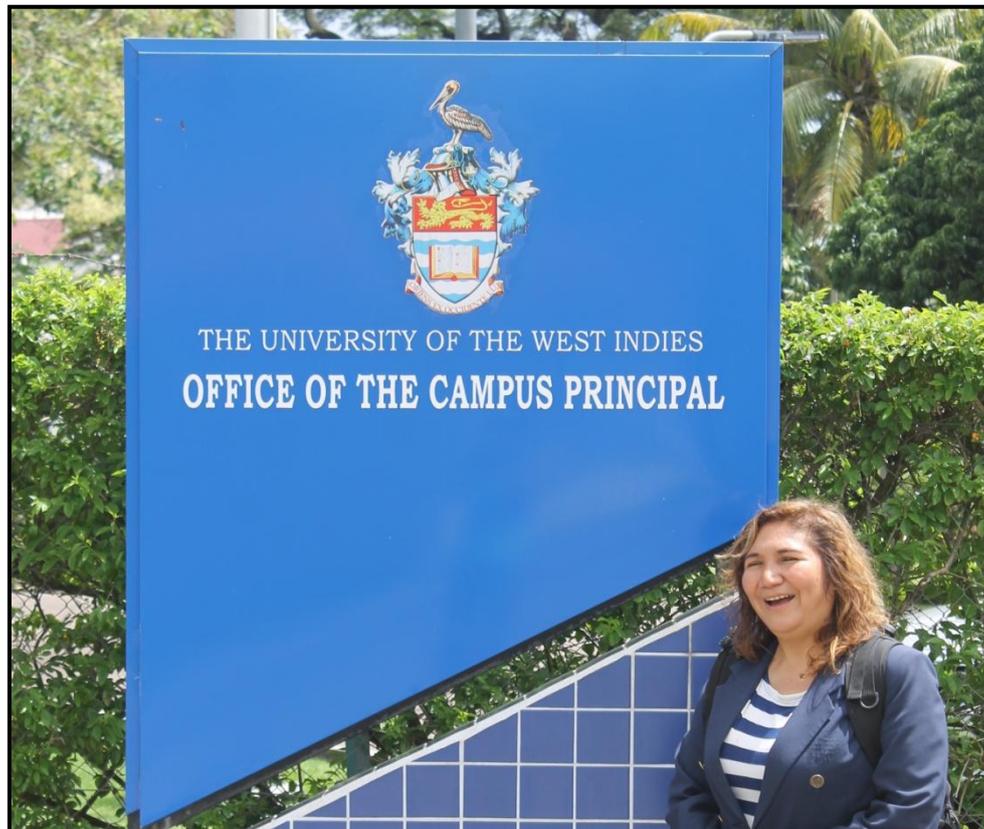


Foto 8. En la University Of The West Indies en St. Augustine. St. Augustine (Trinidad y Tobago). Septiembre de 2014. Técnica digital. Archivo de la autora.