



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ECONOMIA

Disertación previa a la obtención del título de Economista

*Costo de oportunidad de la conservación del bosque en la
Hacienda el Prado.*

Stefanya Carolina Cargua Segovia
tefacargua@gmail.com

Directora: Mtr. María de los Angeles Barrionuevo Mora
mabarrionuevom @puce.edu.ec

Quito, marzo del 2017

Resumen

La Hacienda el Prado es de propiedad de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), es utilizada por la Facultad de Ciencias Agropecuarias (IASA) y posee un bosque de eucalipto y especies nativas de 113 ha, el cual puede ser talado para la generación de ingresos a la institución. Existen inventarios forestales del bosque que permiten conocer la cantidad y variedad de especies, sin embargo no se había utilizado la información disponible para darle un valor económico a dicho bosque. La presente disertación calcula el valor económico del bosque por la cantidad de carbono que almacena, se determinan los diferentes usos posibles del bosque de la Hacienda el Prado y los costos de oportunidad de las alternativas de conservación frente a las actividades económicas y/o una combinación de ambas. El documento realiza una revisión de literatura académica y de experiencias nacionales e internacionales sobre incentivos de conservación y su aplicabilidad en el país. Se muestra que los incentivos de conservación analizados son rentables financieramente en comparación a los otros usos de suelo posible.

Palabras clave: Uso de suelo, Valoración económica, Captura de Carbono, Incentivos de conservación.

A Dios por todas las bendiciones y oportunidades del día a día.

A mis padres por el amor, el apoyo incondicional, los consejos oportunos y la comprensión.

A mi hermano Andrés por ser mi motor y motivo para ser mejor, desde el día que llegó a mi vida.

A mi directora María de los Ángeles por su ayuda y tiempo durante la carrera y la elaboración de la presente disertación.

A mis amigos, a mis compañeros y a todos aquellos que en algún momento formaron parte de este sueño.

Costo de oportunidad de la conservación del bosque en la Hacienda el Prado.

Resumen	2
Índice de Gráficos	5
Índice de Cuadros	6
Índice de Tablas	7
Introducción	8
Metodología del trabajo	10
Delimitación de la investigación	10
Preguntas de investigación	12
General.	12
Específicas.....	12
Objetivos de investigación	12
General.	12
Específicos.....	12
Tipo de Investigación	12
Procedimiento Metodológico	13
Fuentes de información	13
Variables e indicadores	13
Fundamentación Teórica	15
Economía ambiental y de los recursos naturales	15
Funciones, Bienes y Servicios Ambientales.....	17
La Economía del Cambio Climático	26
Mercados de derecho de emisión.	27
1. Mercados de carbono	29
Valoración Económica Ambiental	29
Metodologías de valoración ambiental.....	30
Capítulo 1: Caracterización del Área de Estudio y Determinación de los Bienes y Servicios Ambientales de la Hacienda el Prado	40
Caracterización del Área de Estudio	40
Capítulo 2: Valoración económica del servicio ambiental por captura de carbono del bosque de la hacienda el Prado, por método de precios de mercado (MDL, REDD+, Mercado Voluntario)	55
Capítulo 3: Rentabilidad financiera de alternativas económicas que podrían incidir en la decisión de conservación del bosque de la Hacienda el Prado	69
Conclusiones	100
Recomendaciones	102
Bibliografía	105

Índice de Gráficos

Gráfico 1.1 Estrategia Nacional REDD+	25
Gráfico 1.3 Curva de abatimiento.....	27
Gráfico 2.1 Mapa Político del Cantón Rumiñahui.....	41
Gráfico 3.1 Resultados del CAER de las 29 parcelas inventariadas	58
Gráfico 3.2 Relación entre el volumen total de m ³ /ha y el carbono almacenado	58
Gráfico 3.3 No. de Parcelas por Rango de Volumen	60
Gráfico 3.4 Comportamiento del potencial de captura de carbono	62
Gráfico 3.5 Ciclo del proceso del MDL	64
Gráfico 3.6 Resumen de Escenarios.....	68
Gráfico 4.1 Análisis del VAN para cada uno de las Alternativas	95
Gráfico 4.2: Análisis del B/C para cada uno de las Alternativas	96
Gráfico 4.3 VAN/ha vs CO ₂ /ha para una tasa de 7,11%	97
Gráfico 4.4 VAN/ha vs CO ₂ /ha para una tasa de 6 %	98

Índice de Cuadros

Cuadro 1: Variables e Indicadores	14
Cuadro 1.2 Usos de los bienes y servicios ambientales	23
Cuadro 1.3 Componentes de los mecanismos de pago o compensación por servicios ambientales	32
Cuadro 1.4 Costos de oportunidad de REDD+	34

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Determinación del CAER de las 29 parcelas inventariadas	57
Tabla 3.2 Frecuencia de Volumen.....	60
Tabla 3.3 Total de Carbono almacenado en el bosque	61
Tabla 3.4 Total de Carbono Equivalente.....	61
Tabla 3.5 Determinación del potencial de captura de carbono.....	62
Tabla 3.6 Beneficios por Carbono Almacenado.....	65
Tabla 3.7 Beneficio del programa REDD	66
Tabla 3.8 Beneficios mediante Carbonfund.org:.....	67
Tabla 3.9 Resumen de Escenarios	67
Tabla 4.1 Flujo de Caja Programa MDL	71
Tabla 4.2 Flujo de Caja Programa REDD	72
Tabla 4.3 Inversión del Programa Apiario	73
Tabla 4.4 Amortización del Préstamo, Apiario	74
Tabla 4.5 Ingresos Estimados del Programa REDD + Apiario	76
Tabla 4.6 Gastos de Recursos Humanos, Apiario	77
Tabla 4.7 Gastos estimados del Apiario	78
Tabla 4.8 Flujo de Caja Programa REDD + Apiario.....	79
Tabla 4.9 Ingresos Estimados de MDL+ Apiario.....	81
Tabla 4.10: Flujo de Caja MDL + Apiario	82
Tabla 4.11 Volumen de madera para un manejo sustentable y sostenible en pendiente alta	84
Tabla 4.12 Volumen de madera para un manejo sustentable y sostenible en pendiente baja	85
Tabla 4.13 Ingresos Estimados de la Alternativa 2	86
Tabla 4.14 Gastos estimados del Alternativa 2	87
Tabla 4.15 Flujo de Caja Alternativa 2	88
Tabla 4.16 Inversión del Programa Plantación Renovada.....	89
Tabla 4.17 Ingresos Estimados del Alternativa 3.....	91
Tabla 4.18 Gastos Estimados del Alternativa 3.....	92
Tabla 4.19 Flujo de Caja del Alternativa 3.....	93
Tabla 4.20 Resumen de indicadores financieros por Alternativas.....	94
Tabla 4.21 Relación tCO ₂ y Valor Actual Neto para una tasa de 7,11%.....	95
Tabla 4.22 Relación TCO ₂ y Valor Actual Neto para una tasa de 6%.....	96

Introducción

En los últimos años, se evidencia la confrontación entre el desarrollo económico y el ambiente, tanto en el debate teórico como en las distintas aplicaciones empíricas. Considerando que durante décadas la actividad productiva, extractivista y consumista de la sociedad dejó de preocuparse por vivir en un ambiente sano, son evidentes los efectos nocivos del cambio climático en la actualidad. Como consecuencia se han propuesto alternativas para la conservación de los recursos naturales; tema complejo, que no solo involucra variables de orden biofísico y social, sino también económico y político. Frente a esto, los mecanismos de Pago y Compensación por Servicios Ambientales (PSA y CSA) son parte de un nuevo enfoque de conservación, que reconoce explícitamente la necesidad de crear un vínculo entre los propietarios de los ecosistemas naturales y los usuarios de los servicios que estos generan.

Dichos mecanismos de protección plantean que los usuarios de los bienes y servicios ambientales, paguen o retribuyan a los proveedores del mismo por la rehabilitación y/o conservación del ecosistema, siendo un compromiso de largo plazo con la sociedad y un acto voluntario para conservar el capital natural. En virtud de esto, es necesario impulsar mecanismos económicos que capten el verdadero valor de los bienes y servicios ambientales y que aseguren la distribución equitativa de los costos y beneficios entre los actores involucrados. Según Robertson y Wunder (2005: 10) los servicios ambientales que presentan con mayor frecuencia instrumentos de protección (esquemas de pago o compensación), en escala significativa, son los asociados con los bosques tropicales y el mercado de carbono, tanto por los innumerables y valiosos servicios multifuncionales que brindan como por las elevadas tasas de deforestación.

Para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2014: 3), los bosques proporcionan bienes y servicios ambientales de gran importancia, constituyéndose como gigantes aspiradoras de dióxido de carbono (CO₂) y grandes fábricas de biomasa. A pesar de esto, en la mayoría de casos, los usuarios de dichos servicios ambientales pagan poco o nada por ellos, ocasionando una subvaloración de dichos bosques que los vuelve vulnerables hacia la degradación e incentiva la conversión del suelo para usos más rentables. Frente a esto, el presente estudio se centra en la CSA, que a diferencia del PSA, que es un esquema netamente monetario, plantea la opción de pagos en especie (como por ejemplo una provisión o mejora de infraestructura, servicios, entre otros) o mediante paquetes de compensación mixtos (como por ejemplo pagos directos que incluyen otras compensaciones como acceso al crédito, capacitación, construcción de capacidades y otros, que precautelen el medio ambiente).

Si bien existen ejemplos de PSA y CSA desde la década de 1980, sigue siendo un instrumento relativamente nuevo, por lo tanto la experiencia mundial y más aún los estudios en el caso ecuatoriano, no son muy amplios ni comprenden periodos extensos de tiempo. De manera que, aportar información que corresponda estos mecanismos, es clave para promover la conservación y la responsabilidad ambiental, así como también para generar políticas más acertadas y enfocadas a nivel local, regional y nacional (Greiber, 2010: 2). Esta situación refleja la necesidad de plantear alternativas rentables económicamente de conservación.

En el capítulo 1 se realiza una caracterización del bosque de la Hacienda el Prado, determinando los bienes ambientales, las funciones ambientales y los servicios ambientales existentes en el mismo. Se

presenta el inventario forestal en el cual de basa la investigación y se menciona la importancia de las especies nativas encontradas, así como beneficios y riesgos del eucalipto, principal especie del bosque.

En el capítulo 2 se cuantifica el carbono almacenado en el bosque y se realiza la valoración económica con 3 posibles escenarios: MDL, REDD y Mercado voluntario. Siendo la más rentable la de mercado voluntario con la Organización Carbon Fund, sin embargo no es una opción aplicable constitucionalmente. De manera que los escenarios MDL y REDD son los que se consideran en el capítulo 3.

En el capítulo 3 se determina el costo de oportunidad de conservar el bosque de la Hacienda el Prado, bajo programas MDL o REDD, y/o combinarlos con una actividad económica permita que el bosque siga siendo un reservorio de carbono, como la apicultura. Se plantea también la opción de extracción sustentable de madera para que el bosque se pueda seguir regenerando mientras se obtienen ingresos monetarios por la venta de madera cortada. Y finalmente se analiza la opción de una tala total del bosque para obtener los ingresos monetarios de venta de madera y continuar con esta actividad a través de una nueva plantación de eucalipto.

Los principales resultados muestran que los incentivos de conservación MDL y REDD son financieramente más rentables que la extracción sustentable, una plantación renovada y la actividad apícola, debido por una parte a la cantidad de carbono almacenado en el bosque y por otra a la estructura de costos que presentan las actividades económicas mencionadas. A una tasa de descuento del 7,11% el escenario MDL presenta el VAN más alto con 440.922,96 USD y el escenario de extracción sustentable el VAN más bajo en 8.457,49 USD; de la misma forma con una tasa de descuento del 6% MDL y REDD presentan los resultados más altos en VAN. La TIR de todos los escenarios sobrepasa a la exigida por el banco y la relación costo beneficio muestra que por cada dólar que se invierta en MDL se generan 8,33 USD.

Metodología del trabajo

Delimitación de la investigación

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (1987: 12), “el Informe Bruntland hace énfasis en el desarrollo sostenible, y plantea la posibilidad de alcanzar el crecimiento económico con políticas de sostenibilidad”. De manera que, dichas políticas permitan asegurar los recursos para la sociedad actual y para las futuras generaciones. La Cumbre de Río 1992 o Cumbre de la Tierra tuvo dos objetivos importantes, evaluar el progreso alcanzado desde el Informe Bruntland, y por otro lado proponer la implementación de iniciativas que construyan un modelo de desarrollo sostenible (ONU, 1987: 12).

Para la ONU, la creación de la Agenda 21, la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo y la Declaración de Principios para la Gestión Sostenible de los Bosques son estrategias a implementarse universal, nacional y localmente por gobiernos y grupos de cada zona en la cual el ser humano influya en el medio ambiente, hecho que refleja la relación entre desarrollo sostenible y manejo sostenible de los recursos. A criterio de Wunder (2005: 10), esta tendencia da origen a los pagos y compensaciones por servicios ambientales, como mecanismo de conservación que reconoce la necesidad de enlazar los intereses de propietarios de tierra y usuarios de dichos servicios. Sobre el tema continúa planteando que:

“De modo que, tanto el Informe Bruntland como la Conferencia de Río 1992 plantean el valor de la conservación de los recursos naturales, y su relación con el bienestar social. Por tanto, para proteger y conservar el ambiente resulta importante incrementar los ingresos y disminuir la pobreza”.

Para Mendieta (2000: 33) la importancia de la conservación de los recursos naturales radica en:

“La provisión de bienes y servicios ambientales que dichos recursos brindan a la sociedad. Los precios de mercado no contemplan el verdadero valor de bienes y servicios ambientales ya que en la mayoría de casos no debe pagar por ellos y por tanto la sociedad no los percibe explícitamente, presentando un valor de mercado que favorece a la explotación de un recurso y no a su conservación”.

Por lo tanto, la valoración económica ambiental proporciona la posibilidad de identificar los bienes y servicios ambientales, los valores que las personas les otorgan, y qué grupos están siendo directa e indirectamente beneficiados con su existencia, cuidado y conservación para incluir estos beneficios en el valor de mercado (World Commission of Protected Areas, 1998: 22).

Según el Ministerio de Ambiente (2000: 21) los recursos naturales están amenazados por la baja rentabilidad económica que genera su conservación, lo que lleva a un proceso de conversión y transformación de los ecosistemas naturales mediante usos de la tierra antrópicos que afectan a la biodiversidad e interviene en la provisión de servicios ambientales. Para Martínez (2004: 3) los servicios ambientales son características de los ecosistemas que generan beneficios para las poblaciones humanas. Sobre ese planteamiento Wunder (2005: 10) asegura que se destacan “cuatro tipos de servicios ambientales: secuestro y almacenamiento de carbono, protección de la biodiversidad, protección de cuencas hidrográficas y belleza escénica”.

Al decir de Franquis e Infante (2004: 18), los bosques suministran importantes servicios ambientales incluyendo la estabilización del clima por su importancia como sumideros de carbono. Sin embargo, también son valiosos por su madera y fibras, plantas comestibles y medicinales que históricamente han sido bienes más fáciles de transar en el mercado. Por tanto, los bosques y su provisión de servicios ambientales están bajo una severa amenaza a nivel mundial, afectando de diversas maneras al buen funcionamiento del planeta en el cual habitamos, y el cambio climático es una consecuencia de dicha afectación. Así pues, la FAO plantea que:

“Los cambios de uso de suelo pueden tener un impacto considerable en el balance global de carbono, los bosques tropicales o de baja latitud (62%) son los principales sumideros de carbono en vegetación; entre 60 y 230 ton C/ha en bosques primarios y entre 25 y 190 ton C/ha en bosques secundarios” (FAO, 2012: 4).

Por su parte, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2009: 12) define el cambio climático o calentamiento global como “todo cambio en el clima a través del tiempo resultado de la variabilidad natural o de las actividades humanas”, de manera que, dicho cambio se produce por la presencia de una mayor cantidad de gases efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO₂), metano, óxido nitroso, ozono y el vapor de agua, los cuáles retienen una mayor cantidad de calor provocando cambios en la temperatura. Los GEI, especialmente el CO₂ se encuentran en una mayor cantidad por actividades humanas cotidianas como generación de electricidad, el consumo de combustibles fósiles, la producción de cemento para la construcción, la producción de alimentos y de otros bienes y servicios de consumo diario o el cambio de uso de suelo o deforestación.

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) señala que:

“En el caso ecuatoriano para el año 1990 la cobertura de vegetación natural fue de 15'519.590 Ha, representando un 62% de la superficie total, mientras que, para el año 2008 la cobertura de vegetación natural fue de 14'123.637 Ha, representando solamente el 57% de la superficie total. La tasa de deforestación nacional para el periodo 1990-2000 fue del -0,71%, mientras que para el periodo 2000-2008 fue de -0,66%” (Ministerio de Ambiente, 2012: 7)

La conservación de los bosques en el Ecuador es considerada como “una alternativa poco rentable debido a que los precios de mercado no cuentan con la incorporación de servicios ambientales, adicionalmente existe escasa información correspondiente a recursos forestales con problemas de confiabilidad y la utilización de metodologías poco comparables” (Ministerio de Ambiente, 2015: 3). En este ámbito, la provincia de Pichincha presenta una de las más altas tasas de deforestación del país, del -1,86% para el periodo 1990-2000 y del -1,50% para el periodo 2000-2008 (Ministerio de Ambiente, 2012: 9); lo que demuestra que la conservación no es atractiva económicamente, ya que no proporciona flujos financieros a sus propietarios, y de esta manera se valora al bosque solo por los insumos que posee, dejando de lado los servicios ambientales que brinda.

El bosque de la hacienda el Prado, ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia Sangolquí; cuenta con la posibilidad de destinar sus recursos forestales a la explotación maderera, lo que ocasiona la pérdida de la provisión de importantes servicios ambientales, siendo el más importante y cuantificable para la presente investigación la captura de carbono. Por lo tanto, existe la necesidad de generar una valoración ambiental que permita otorgar un valor a dichos servicios por la captura de carbono que brinda la hacienda. De manera que con dicha valoración se evalúe de la rentabilidad financiera de incluirse en el esquema de compensación por servicios ambientales, incentivando a la conservación de dicho bosque, volviéndolo una unidad rentable que genere beneficios a estudiantes, profesores, habitantes de la zona y población en general.

Preguntas de investigación

General.

- ¿Cuál es el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado con relación a otras actividades económicas?

Específicas.

- ¿Cuáles son los servicios ambientales que ofrece el bosque en la hacienda el Prado?
- ¿Cuál es el valor económico del servicio de la captura de carbono del bosque en la hacienda el Prado?
- ¿Podría otra alternativa económica ser más rentable financieramente e incidir en la decisión de conservación del bosque de la Hacienda el Prado?

Objetivos de investigación

General.

- Determinar el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado con relación a otras actividades económicas.

Específicos.

- Identificar los servicios ambientales que ofrece el bosque en la hacienda el Prado.
- Valorar económicamente el servicio ambiental de la captura de carbono del bosque en la hacienda el Prado.
- Calcular la rentabilidad financiera de alternativas económicas que podrían incidir en la decisión de conservación del bosque de la Hacienda el Prado

Tipo de Investigación

Por un lado, el tipo de investigación fue de carácter descriptivo-explicativo. Se determinó y describió los servicios ambientales que ofrece la hacienda el Prado, con el fin de mostrar la importancia de dicha zona y enfatizar el por qué su conservación beneficia explícita e implícitamente a la sociedad. Adicionalmente, fue de carácter exploratorio también debido a que no existen estudios previos en la facultad que en base al servicio ambiental de captura de carbono planteen y evalúen la factibilidad de implementación de un mecanismo de compensación por servicios ambientales.

Por otro lado, la técnica de investigación fue inductiva debido a que se obtendrán conclusiones generales considerando premisas particulares.

Procedimiento Metodológico

Se realizó un estudio de caso con enfoque de investigación cualitativo, ya que se basó en determinar y describir los servicios ambientales que ofrece el bosque por sus características generales y específicas. Para identificar los servicios ambientales se consideró una clasificación planteada en la fundamentación teórica y se definió los servicios ambientales que ofrece el bosque de la hacienda el Prado.

Para valorar ambiental y económicamente el servicio por captura de carbono del bosque de la hacienda el Prado, se empleó datos de un inventario forestal y parámetros establecidos por el IPCC. El inventario forestal realiza un análisis muestral, de manera que para determinar la totalidad se elaboró una tabla de frecuencias y se utilizó la marca de clase de masa volumétrica con mayores frecuencias para el resto de parcelas que no estaban inventariadas. Se utilizaron diferentes escenarios como MDL, REDD y mercado voluntario y se explica cuáles son factibles y aplicables al estudio de caso.

Para determinar el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado al adoptar un mecanismo de compensación por servicios ambientales, se empleó el análisis costo beneficio (ACB), y se desarrollaron los indicadores VAN, TIR y B/C y se identificaron los posibles programas a los cuales el IASA puede insertarse gracias a los servicios de reducción de carbono que brinda.

Fuentes de información

Las fuentes de información primarias fueron: Inventario Forestal de la Hacienda el Prado, Estrategia Nacional REDD+, Proyectos MDL, Evaluación Financiera de Proyectos, Análisis Costo Oportunidad de Forest Trends, FAO, IPCC, Ministerio del Ambiente, NOVOPAN, Tecnimundo Apícola.

Y las fuentes secundarias se detallan a continuación: Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) y PROFOR, Stern Review, Evaluación Forestal Nacional del Ecuador (ENF) Ley forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Instructivo para regular los procedimientos financieros de recepción, registro y control de ingresos propios de la Escuela Politécnica del Ejército, del 18 de mayo de 2012, Banco Mundial (precios de la madera), Banco del Estado (tasa de descuento).

Variables e indicadores

En el cuadro se muestran cuáles son las fuentes, variables e indicadores utilizados en la presente investigación:

Cuadro 1: Variables e Indicadores

Fuente	Variable	Indicadores
Inventario Forestal IASA	Cantidad de árboles Superficie Forestal (Ha) Especie	Volumen de madera en pie (m ³)
Inventario Forestal IASA IPCC	Existencias reales de madera (m ³ /ha) Densidad de la madera para cada especie (t/m ³) Contenido de Carbono	Carbono Almacenado por Especie y por Rodal (tC/ha)
Inventario Forestal IASA IPCC	Incremento corriente anual (m ³ /ha/año) Densidad de la madera para cada especie (t/m ³) Contenido de Carbono	Potencial de captura de carbono (tC/ha/año)
Carbono Almacenado por Especie y por Rodal	Masa del Carbono (g/mol)	Carbono Equivalente (tCeq)
Novopan Banco de Fomento Tecnimundo Apícola Estrategia Nacional REDD Proyectos MDL Ministerio del Ambiente Inventario Forestal IASA	Flujo financiero de cada periodo Inversión inicial Tasa de descuento ambiental Tasa de descuento Banco del Estado	Valor Actual Neto (VAN) Conservación – Plantación Renovada- Extracción Sustentable Tasa Interna de Retorno (TIR) Conservación – Plantación Renovada- Extracción Sustentable
Novopan Banco de Fomento Tecnimundo Apícola Estrategia Nacional REDD Proyectos MDL Ministerio del Ambiente Inventario Forestal IASA	Valor actual de los ingresos Valor actual de los costos	Relación B/C Conservación – Plantación Renovada- Extracción Sustentable

Elaborado por: Stefanya Cargua

Fundamentación Teórica

Economía ambiental y de los recursos naturales

“La economía ambiental y la economía de los recursos naturales constituyen una especialización de la economía tradicional, o una extensión de esta economía a un nuevo campo de análisis: el medio ambiente” (Hauwermeiren, 1999: 79). Este incorpora las funciones económicas del medio ambiente tales como la provisión de recursos, la asimilación de residuos, la generación de utilidad directa y el sostén de vida; y, mantiene el sistema de mercado como eje central de la economía; en los que se considera las leyes de la sustentabilidad y toma en cuenta la complementariedad y el intercambio, con respecto al nivel de vida y su relación con el capital natural. Por tal motivo, los supuestos generales en que se asienta esta escuela de pensamiento son: la sustentabilidad débil, la ideología tecno céntrica, la escasez relativa de los recursos, la presencia de criterios de optimalidad eficientes y eficaces y, la conservación del medio ambiente mediante el uso racional de los recursos naturales sustituibles y limitados para las generaciones presentes y futuras (Hauwermeiren, 1999: 79)

Los principales instrumentos y herramientas utilizados en la economía ambiental son: el manejo de incentivos económicos (impuestos, subvenciones y permisos), métodos de valoración de los recursos naturales (costo de desplazamiento, valoración participación / unidad día, precios hedónicos, valoración contingente, transferencia de beneficios, entre otros.), análisis costo-beneficio para la toma de decisiones y la internalización de externalidades para el establecimiento de niveles óptimos de contaminación con criterios de mercado (Pearce y Turner, 1990: 26).

Los planteamientos clásicos en referencia a los recursos naturales comienzan con Adam Smith, el cual se contrapone a la intervención del estado en la economía, lo que ha servido de base en la negociación vía mercado para resolver los problemas ambientales (Labandeira, León y Vázquez, 2007: 5). Posterior a eso, Thomas Malthus muestra las limitaciones de los recursos naturales y su relación con el aumento de la pobreza, debido a que el rápido aumento poblacional volvía a los recursos insuficientes para todos. Respecto al tema, David Ricardo plantea el estado estacionario de equilibrio, basado en la relación de la actividad económica y el ambiente, dado que se justifica que los propietarios reciban una renta en función a la fertilidad de sus tierras (Labandeira et al, 2007: 6). Así también, Jonh Stuart Mill, se preocupa por la conservación de la biodiversidad y la imposibilidad de que cualquier capital natural se transforme en capital producido por el hombre (Labandeira et al, 2007: 7).

El planteamiento neoclásico parte del concepto de utilidad marginal, denotando que el valor de las cosas está dado por la demanda. Jevons formula el análisis marginal, Walras propone que las elecciones de gasto del individuo y de los hogares son la base del sistema económico y Mashall emplea el análisis clásico para corroborar que el valor se determina por la interacción de oferta y demanda (Labandeira et al, 2007: 9). La gestión de los recursos naturales se origina con Jevons, en su obra “La cuestión del Carbón: una Investigación sobre el Progreso de la Nación y la Probable Extinción de las Minas”, la cual aborda el problema del agotamiento del carbón y propone el principio de equi-marginalidad, que sostiene que para alcanzar el óptimo en la asignación de un recurso entre usos alternativos se debe comparar, en igualdad, el valor marginal obtenido de todos los posibles usos de dicho recurso (Labandeira et al, 2007: 7).

Pigou presenta el concepto externalidades y sus posibles efectos sobre los consumidores, en el que los subsidios, los impuestos y la legislación son los instrumentos de política necesarios para fomentar un

uso racional de los recursos naturales (Labandeira et al, 2007: 9). Hotelling se centra en la gestión óptima de los recursos agotables, mencionando que el precio del recurso menos su costo de extracción debe aumentar con el tipo de interés y de esta manera la extracción de dicho recurso se justifica y logra determinar un sendero de extracción del recurso natural (Labandeira et al, 2007: 10). Coase emplea un modelo de negociación vía mercado para solucionar el problema de la ineficiencia en la asignación de los recursos naturales, que es causado por la indefinición correcta de los derechos de propiedad (Labandeira et al, 2007: 10). ManYou Chang (2005: 175) menciona que el ambiente adquiere estatus de bien económico a medida que los recursos se vuelven escasos y por tanto pasan a tener precios y/o derechos de propiedad.

Krutilla (1967: 777-786) es considerado como el padre de la teoría de conservación de un recurso, debido a que en su trabajo "Conservation Reconsidered" plantea por primera vez en concepto de valoración económica total como la suma de valores de uso y no uso de un recurso. Pearce y Turner (1990: 12), desarrollan el concepto de valor económico total (VET) partiendo de la propuesta de una asignación y aprovechamiento eficiente de los recursos naturales; planteamiento que refleja la posibilidad de asignarle un valor monetario a un recurso natural con las ganancias o pérdidas de bienestar que reflejan los individuos (citado en Vallejo, 2015: 23)

Con estos esfuerzos, se determinó que la economía y el ambiente son interdependientes, ya que la sociedad en general y todas sus actividades productivas dependen de los procesos naturales de los ecosistemas (Riera et al, 2011: 15). No obstante, es necesario diferenciar el concepto de economía ambiental, de la definición de economía de los recursos naturales, para Labandeira, León y Vázquez (2007: 224) la economía de los recursos naturales hace referencia a la gestión de los recursos naturales renovables y no renovables, con la finalidad de solucionar el conflicto entre los usos alternativos de dichos recursos. Es decir, estudia la relación de las diferentes actividades económicas que utilizan estos recursos como insumos (Riera et al, 2011: 15).

En contraposición de la economía ambiental y la de los recursos naturales, se encuentra la economía ecológica, que se diferencia fundamentalmente en los supuestos que la sustenta, los mismos que son: la sustentabilidad fuerte, la ideología eco céntrica, la escasez absoluta de los recursos y la preservación del medio ambiente mediante el uso restringido de los recursos naturales donde gran parte del patrimonio natural no es sustituible por el capital fabricado (Hauwermeiren, 1999: 79). En este caso, incluyen en el análisis las leyes de la termodinámica¹, la imposibilidad de generar más residuos de los que puede tolerar la capacidad de asimilación de los ecosistemas o de reciclaje y la imposibilidad de extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar como su rendimiento sustentable o renovable (usar los recursos renovables a una tasa que no exceda a la de renovación y usar los recursos agotables a una tasa que no supere a la de sustitución, por recursos renovables) (Hauwermeiren, 1999: 79).

¹ La primera ley o postulado de la termodinámica (ciencia de la energía y de sus transformaciones), enunciado en 1840, dice que la energía se conserva; por tanto, la energía del petróleo (o del carbón, o del gas) quemado no se pierde sino que se transforma en carbón disipado. Este es incapaz ya de proporcionar energía de movimiento (segunda ley de la Termodinámica), enunciada en 1850.

Funciones, Bienes y Servicios Ambientales.

1. Funciones ambientales

Para Cordero, Moreno-Dias y Kosmus (2008: 16) la interacción existente entre la fauna y la flora de los ecosistemas, el ambiente físico y la energía solar, crean funciones ambientales o ecológicas como el ciclo hidrológico, los ciclos de diferentes nutrientes y la retención de sedimentos. Dichas funciones en su ejercicio de interacción genera bienes y servicios ambientales.

2. Bienes ambientales

Para Cordero, Moreno-Dias y Kosmus (2008: 16) cuando los componentes estructurales de los ecosistemas son apropiados con fin de uso, los mismos se convierten en bienes ambientales, los cuales son tangibles, comercializables, cuantificables y susceptibles de ser usados por el ser humano como producto de consumo o insumo para la producción; por lo que en su mayoría es posible obtener un precio de mercado, que permite una estimación de los ingresos generados por su aprovechamiento (Cordero et al, 2008: 16-17). Por tal motivo, los bienes ambientales cumplen una función específica dentro del ambiente y satisfacen necesidades humanas al ser aprovechados por un fin específico. Por ejemplo, en el caso de los bosques, Izko y Buerneo (2003: 21) plantean que los bienes ambientales serían: el agua, la madera, las resinas, las frutas, los tubérculos, las fibras, las lianas, los aceites y otros.

De acuerdo a Riera et al (2011: 276) “los recursos naturales son aquellos bienes que provee la naturaleza y que son utilizados por las personas bien para consumirlos directamente, bien para ser utilizados en algún proceso de producción.” Los recursos naturales renovables no tienen un stock fijo, sino varía en función de la explotación de recursos que se realice. Para que un recurso se denomine renovable debe estar en capacidad de reproducirse o regenerarse, mientras que los recursos naturales no renovables no cuentan con esta capacidad.

Cabe recalcar que, por la variedad de recursos renovables existentes el tratamiento de cada uno es distinto, ya que se debe considerar la diferencia en las tasas de regeneración de dichos recursos (Riera et al, 2011: 16). Así mismo se resalta que los recursos naturales se relacionan con el desarrollo sustentable de una manera integradora, ya que para que este pase a considerarse como operativo plantea tres dimensiones de sustentabilidad: es decir tres factores: social, económico y ambiental. Oyama y Castillo afirman que:

“Mientras que la sustentabilidad social se refiere a la necesidad de mantener altos niveles de bienestar entre los seres humanos (presentes y otros), incluyendo aspectos como la alimentación, la salud, la vivienda, la educación, la información y la cultura, la sustentabilidad económica busca su uso eficiente de los bienes y servicio (productividad o rentabilidad) y su distribución equitativa. Ambos aspectos resultan improcedentes si no se realizan dentro de los límites del universo biofísico, es decir dentro de la “capacidad de carga” de los sistemas ecológicos (sustentabilidad ambiental)” (Oyama y Castillo, 2006: 29)

2.1 Los Recursos Forestales

El Panorama Forestal Mundial

Desde 1946, la FAO ha realizado un ejercicio de monitoreo de los bosques alrededor del mundo cada cinco a diez años. Actualmente, la periodicidad es de cada cinco años, a través de las Evaluaciones de Recursos Forestales Mundiales (FRA), busca proporcionar un enfoque coherente para describir el estado de los bosques y cómo estos van cambiando en el tiempo. Dicha evaluación considera dos fuentes de información que son: informes preparados por los corresponsales nacionales y estudios de teledetección preparados por la FAO, puntos focales nacionales y socios regionales (FAO, 2014: 22).

Los bosques y la gestión forestal sostenible han cambiado considerablemente de forma dinámica y diversificada a lo largo de los últimos 25 años. Los resultados conseguidos durante ese periodo han sido positivos, a pesar de que la superficie mundial de bosques continúa contrayéndose, a medida que el crecimiento de la población prosigue, la demanda de alimentos y tierras se intensifica y, la tasa de pérdida neta de bosques disminuye. Al mismo tiempo, el interés forestal nunca ha sido tan intenso, puesto se ha multiplicado las labores de información, medición, monitoreo y planificación, se ha ampliado el marco jurídico y se han destinado más tierras como bosques permanentes para la conservación de la biodiversidad; contemplando a la par, que los bosques van satisfaciendo una demanda cada vez mayor de productos y servicios forestales (FAO, 2014: 22).

En 1990, el mundo tenía 4.128 millones de hectáreas (Ha) de bosque; disminuyendo en 2015 esa área a 3.999 millones de Ha, lo que representa un cambio del 32% de la superficie mundial de tierras en 1990 al 31% en 2015, pérdida neta de 129 millones de Ha, que representa una tasa anual de pérdida del 0,13%. Esa conversión de los bosques a otros usos, es un fenómeno más complejo de lo que los datos dan lectura; debido a que las ganancias y pérdidas en su extensión ocurren de forma continua, lo cual es difícil de monitorear, además que la dinámica del área de los bosques es muy diferente en función de las circunstancias nacionales y de sus tipologías (FAO, 2014: 22). Por tal motivo, la variación en el área de los bosques es quizás el indicador más acertado para entender la dinámica de los recursos forestales, del hábitat natural y de la biodiversidad.

Los países disponen hoy de conocimientos acerca de sus recursos forestales incomparablemente superiores al pasado y, en consecuencia, ahora se posee una visión más clara de las tendencias existentes en los bosques del mundo (FAO, 2015: 110). Si bien, la tasa de pérdida del área de bosque está en declive, los indicadores relativos a la gestión forestal sostenible indican progresos efectivos; aunque perduran grandes dificultades por superar, debido a que las políticas, la legislación y las regulaciones, por muy sólidas que sean, no siempre van acompañadas de incentivos o de medidas de aplicación eficaces. Pese a los esfuerzos llevados a cabo, las prácticas insostenibles y la conversión de los bosques persisten, y, en algunos países, los beneficios derivados del aprovechamiento de los bosques no llegan a las comunidades locales.

2.2 Ordenación Forestal Sostenible

Durante decenios, la comunidad forestal y relacionada con los recursos naturales ha discutido acerca del concepto de sostenibilidad, por lo que en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio

Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en Río de Janeiro en 1992, se asumió el compromiso político en pro del fomento de la "ordenación forestal sostenible". A partir de entonces, se han hecho considerables esfuerzos a nivel de los procesos intergubernamentales a fin de determinar los criterios e indicadores de esa ordenación y los gobiernos han dedicado recursos humanos, tiempo y fondos al desarrollo de programas de promoción de ese ámbito. Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos, la ordenación forestal sostenible sigue siendo una meta difícil de alcanzar (FAO, 2015: 110).

De acuerdo con la FAO, las referencias a la ordenación forestal sostenible no han llegado a un consenso común debido a distintos enfoques que se pueden presentar en este ámbito, que van desde cuestiones políticas, culturales y personales, por lo que se han identificado distintos interrogantes en esta materia, como: ¿Cuáles deberían ser los objetivos de la ordenación forestal sostenible?, ¿Cuál es la importancia relativa de cada uno de esos objetivos?, ¿Cuáles son las dudas asociadas con el manejo de ecosistemas complejos como son los bosques?, ¿Qué lapso de tiempo y qué contexto físico deberían adoptarse al examinar la sostenibilidad de diferentes opciones de ordenación forestal? y ¿Quién debería beneficiarse de los bosques y de su ordenación? (FAO, 2015: 110).

La tendencia histórica de los sistemas de ordenación forestal se ha enfocado en dar importancia al mantenimiento de un cierto tipo de flujo maderero, la protección de una cuenca hidrográfica frágil o el establecimiento de un ambiente forestal acogedor para fines recreativos. Desde siempre, los usuarios y encargados de la ordenación de estos recursos han observado con asombro casi reverencial el milagro de los bosques, pues éstos brindan, una multitud de bienes y servicios, y con frecuencia se regeneran con tan sólo una mínima intervención del hombre. Así pues, la ordenación forestal por lo general se ha desplazado desde un único objetivo (frecuentemente la producción maderera) hacia un enfoque de ecosistema con que se intenta incorporar la producción de resultados múltiples en las decisiones inherentes de la ordenación forestal (FAO, 2015: 110).

El reconocimiento de las esperanzas y aspiraciones de las muchas partes interesadas en el futuro de los bosques, representa un paso positivo hacia adelante; sin embargo, el interrogante se centra en cómo abordar esta multiplicidad de objetivos una vez que se reconoce que sencillamente no es físicamente posible manejar los bosques de una forma que satisfaga a todos simultáneamente. En este marco, se han desarrollado varias metodologías cada vez más complejas a fin de cuantificar la variedad de productos y servicios ambientales que pueden proporcionar los bosques (FAO, 2015: 110).

2.3 Los Recursos Forestales frente al Cambio Climático

A nivel mundial, los bosques proporcionan medios de subsistencia a más de 1.000 millones de personas que viven en condiciones de pobreza extrema, aportan empleo remunerado a más de 100 millones de personas, son el hogar de más del 80% de la biodiversidad terrestre y ayudan a proteger cuencas hidrográficas fundamentales para suministrar agua limpia a la humanidad; sin embargo, el cambio climático plantea enormes desafíos para los bosques y las personas, a través de las acciones de mitigación y adaptación, pues la primera trata de afrontar sus causas, mientras que la segunda trata de reducir sus impactos. La mitigación busca la disminución de emisiones derivadas de la deforestación, la reducción de emisiones derivadas de la degradación forestal, la mejora de la función de los bosques como sumideros de carbono y la sustitución de productos; mientras que, la adaptación engloba las intervenciones destinadas a reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático de los bosques y de las poblaciones que de ellos dependen (FAO, 2015: 110).

El desarrollo y el fomento de la gestión forestal sostenible, requiere de cambios en las políticas, estrategias y prácticas, puesto que el reducir los riesgos planteados por el cambio climático, pueden crear oportunidades, como puestos de trabajo en el ámbito de la restauración forestal, la conservación de los bosques, la producción de madera y, la reforma de los sistemas de tenencia y pagos o compensaciones por servicios forestales. La tardanza en la introducción de estos cambios aumentará sus costos y dificultades y, reducirá las oportunidades que podrían crearse (FAO, 2015: 110). A pesar de que la información sobre los bosques suele ser arcaica, parcial, subjetiva, imprecisa e inexacta; hay más sensibilización sobre su potencial frente al cambio climático, lo que hace aún más urgente la necesidad de mejorar su información, monitoreo y evaluación, pues los países estarán más preparados para formular e implantar políticas de mitigación y adaptación, perfeccionar la planificación en el uso de tierras y estimar los índices de captura del carbono.

El cambio climático podría alterar el crecimiento de los árboles, la frecuencia e intensidad de los incendios y la incidencia de las plagas forestales y también podría aumentar los daños causados a los bosques por condiciones climáticas extremas, tales como sequías, inundaciones y tormentas. Los enfoques adaptativos de la gestión forestal sostenible contribuirán a reducir la vulnerabilidad de los bosques, manteniendo la productividad de las zonas forestales y fomentando la capacidad de adaptación de las comunidades que dependen de ellas. También se pueden adoptar prácticas de gestión específicas para ayudar a mitigar los efectos del cambio climático. Las implicaciones que estos cambios en las prácticas de gestión forestal pueden tener sobre el conjunto de valores de los bosques deben sopesarse conjuntamente con los posibles beneficios (FAO, 2015).

2.4 Instrumentos de Política Forestal

De acuerdo a Winchester (2011: 4) “las políticas públicas son soluciones específicas de cómo manejar los asuntos públicos”, su correcta planificación, ejecución y seguimiento permite al gobierno cumplir con los objetivos planteados. La política ambiental responde al aumento en la degradación del ambiente, al cambio climático, agotamiento de los recursos, entre otros de acuerdo a la problemática principal de cada país. Diversos países se han dado cuenta de que es necesario introducir reformas jurídicas para aplicar las estrategias nacionales de Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO₂ (REDD+) y reforzar las estructuras, operaciones y capacidades de las instituciones forestales. Además, se deberían tomar en cuenta otros procesos importantes con implicaciones en la gestión y gobernanza de los bosques, como los relacionados con el Plan de Acción sobre aplicación de las Leyes, la Gobernanza y el Comercio Forestales (FLEGT) (FAO, 2015: 110).

En muchas naciones, el éxito de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático establecidas en los bosques depende en gran medida de la calidad de la gobernanza forestal. Un marco exhaustivo y de amplia aceptación para identificar las áreas que necesitan resolverse y supervisar los resultados de las respuestas facilitaría y permitiría armonizar los intentos de mejorar la gobernanza forestal. Dado que las condiciones son muy variadas, es importante adecuar los sistemas de evaluación y monitoreo de la gobernanza forestal a cada país, tomando en cuenta una amplia gama de aspectos relacionados con la gobernanza forestal, entre ellos la aplicación de las leyes. Diversos países han

advertido la necesidad de abordar los sistemas de tenencia, que abarcan los diferentes sectores de uso de las tierras. Por ello, es necesario disponer de enfoques integrados sobre la gobernanza de la tenencia (FAO, 2015: 110)

Los bosques recubren una importancia fundamental para los seres humanos que sobrellevan inseguridad alimentaria porque son uno de los recursos naturales productivos que les resultan más accesibles. Los bosques y los árboles situados fuera de bosques mejoran la capacidad de resistencia de las personas ante el cambio climático, ya que actúan como un recurso protector y una red de seguridad y por ello atenúan los efectos de las catástrofes naturales. Las pequeñas empresas forestales pueden aumentar los ingresos y la capacidad de firmeza de las comunidades rurales ante el cambio climático y también pueden asegurar una respuesta ágil ante los efectos locales del cambio climático, mediante enfoques adaptativos de la gestión forestal sostenible (FAO, 2015: 110).

Para el caso ecuatoriano, se menciona que el país es y seguirá siendo una economía dependiente del aprovechamiento de los recursos naturales, por lo que las políticas deben estar encaminadas a equilibrar el sistema económico, el sistema natural y el sistema social. Dentro de la política ambiental nacional del Ecuador existen varias políticas que regulan el recurso forestal, se menciona un uso eficiente del mismo, la prevención, control y disminución de la contaminación ambiental, la gestión para adaptación y mitigación del cambio climático y otros (MAE, 2009: 27)

A decir de Winchester (2011: 4) una política ambiental está formada por varios instrumentos y/o programas, que intervienen directamente en los problemas a solucionar y permiten se alcancen los objetivos de política pública, los instrumentos que se consideran en la presente disertación son los programas de incentivos a la conservación MDL y REDD+.

3. Servicios ambientales

Los servicios ambientales son los procesos ecológicos que los ecosistemas ofrecen de manera natural a la sociedad y pueden ser valorados económicamente en base a los beneficios que brindan. Según Cordero et al (2008: 16-17) “la transformación de una función ecológica en servicio ambiental implica que dicha función genera un beneficio económico, ecológico y social”. A decir de Balvanera y Cotler (2007: 10) es necesario diferenciar el concepto de servicios ecosistémicos de la definición de servicios ambientales. Al usar el término servicios ecosistémicos se enfatiza el hecho de que el conjunto de organismos, condiciones abióticas y sus interacciones, es decir el ecosistema es el que permite que los seres humanos se beneficien. Mientras que, al hacer referencia a servicios ambientales se otorga mayor importancia al ambiente en su conjunto, más no se explicitan las interacciones necesarias para ofrecer dichos servicios (Balvanera y Cotler, 2007: 10).

Según la Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad para Diseñadores de Políticas Locales y Regionales (TEEB) los servicios ambientales se clasifican de la siguiente manera:

Servicios de Aprovechamiento: Incluyen el material o los productos energéticos que ofrecen los ecosistemas.

- Alimentos: Los ecosistemas poseen condiciones apropiadas para el cultivo de diferentes alimentos. Los mismos que pueden provenir de agro sistemas administrados por los seres humanos o directamente generados por los ecosistemas (alimentos silvestres).

- **Materia prima:** Gran diversidad de materiales para la construcción y el combustible se derivan directamente de varias especies de plantas que ofrecen los ecosistemas.
- **Agua limpia:** Los ecosistemas son de vital importancia en el ciclo hidrológico global, ya que se encargan de la regulación del flujo y la purificación del agua.
- **Recursos medicinales:** Todos los ecosistemas son una fuente potencial de recursos medicinales, debido a que plantas y animales constituyen la materia prima de la industria farmacéutica.

Servicios de regulación: Son las funciones y procesos naturales de los ecosistemas que regulan las condiciones del ambiente.

- **Regulación del clima local y la calidad del aire:** Los árboles y plantas eliminan los contaminantes de la atmósfera, influyendo en la calidad del aire. Adicionalmente la existencia de dichos árboles y plantas influye también en la lluvia y la disponibilidad de agua a nivel global.
- **Secuestro de carbono:** A medida que plantas y árboles crecen, capturan el CO₂ de la atmósfera y lo incorporan a sus tejidos, a través de la fotosíntesis. De esta manera los ecosistemas forestales son reservas de carbono y regulan el clima global.
- **Moderación de eventos extremos:** Los ecosistemas y organismos vivos crean amortiguadores ante eventos climáticos extremos o peligros naturales que incluyen inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas y deslizamientos de tierra. Por ejemplo, los humedales absorben el agua de una inundación y los arrecifes de coral protegen las costas de posibles daños ocasionados por tormentas.
- **Tratamiento de aguas residuales:** A través de la actividad biológica de los microorganismos en el suelo, los ecosistemas descomponen la mayoría de residuos. Por lo tanto, se eliminan los patógenos causantes de enfermedades y el nivel de contaminación se reduce.
- **Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo:** La sombra o cubierta que proporcionan árboles y plantas evitan la degradación de la tierra y desertificación. El buen funcionamiento de los ecosistemas permite que el suelo cuente con los nutrientes necesarios para apoyar el crecimiento de nuevas plantas.
- **Polinización:** Los insectos y el viento polinizan plantas y árboles permitiendo el desarrollo de frutas, verduras y semillas.
- **Control biológico:** Los ecosistemas regulan plagas y enfermedades que atacan a personas, animales y plantas, a través de depredadores y parásitos que actúan como control natural.

Servicios de hábitat o soporte:

- **Hábitats para especies:** Los ecosistemas ofrecen todo lo que una planta o animal requiere para su supervivencia, como alimentos, agua, refugio y otros.
- **Mantenimiento de la diversidad genética:** La variedad de genes entre y dentro de las poblaciones de especies se denomina como diversidad genética, y los ecosistemas proporcionan los requerimientos específicos para cada especie.

Servicios culturales: Se determinan en base a las percepciones individuales o colectivas de la función de un ecosistema.

- **Recreación y salud mental y física:** Los ecosistemas brindan espacios apropiados para que los seres humanos realicen cualquier tipo de deporte al mismo tiempo que se relajan.
- **Turismo:** La variedad de ecosistemas así como la biodiversidad que contienen cautivan a los seres humanos, promoviendo el turismo y proporcionando considerables beneficios económicos.
- **Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño:** La biodiversidad, los paisajes naturales y los ecosistemas son fuente de inspiración para el arte, cultura e incluso la ciencia.
- **Experiencia espiritual:** La naturaleza es un elemento común en las principales religiones, determinando bosques, cuevas o montañas como elementos sagrados.

Los servicios ambientales que ofrecen los bosques se encuentran bien definidos por el (Economics for the Environment Consultancy, 2005: 15), que propone que los bienes y servicios ambientales están definidos por los valores de uso directo, indirecto, de opción y de no uso; de la siguiente manera:

Cuadro 1.2 Usos de los bienes y servicios ambientales

Uso	Bienes y Servicios
Directo	Productos forestales: madera, leña, carbón, productos forestales no maderables.
	Información genética: medicina tradicional, productos farmacéuticos, investigación.
Indirecto	Regulación de lluvia
	Regulación de producción de agua y control de inundaciones
	Control de la erosión
	Secuestro de carbono (cambio climático y mitigación)
Opción	Usos futuros directos e indirectos
No uso	Conocimiento tradicional y cultural

Fuente: Economics for the Environment Consultancy

Elaborado por: Stefanya Cargua

Frente a esto, a los servicios ambientales se les reconoce por parte de la humanidad su valor financiero y la importancia de los recursos en el medio. En el caso puntual de los bosques su importancia es indiscutible a nivel mundial, puesto que a diario y sin darnos cuenta se recibe grandes servicios originarios de estos ecosistemas, a pesar de encontrarnos a grandes distancias de ellos, por ejemplo en la purificación del aire y agua, reducción del efecto invernadero (calentamiento global del planeta), entre otros. En la práctica, los servicios ambientales representan un subsidio a la humanidad, que no está siendo incorporado ni analizado apropiadamente (Economics for the Environment Consultancy, 2005: 15).

3.1 Programa REDD y REDD+

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2007: 8), la deforestación y la degradación de los bosques ha originado que la captura de CO₂ aumente notablemente, por lo cual se ha planteado un mecanismo para la minimización del cambio climático, mediante la reducción de gases efecto invernadero, dicho mecanismo busca reconocer y proveer incentivos positivos para proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y uso. Por tanto, el programa de reducción de emisiones provenientes de la deforestación y la degradación forestal (REDD), vincula directamente los incentivos económicos destinados a la conservación de ecosistemas, con el carbono almacenado en los bosques.

REDD cuantifica la deforestación evitada a través de créditos de reducción de emisiones, los cuales se pueden vender en un mercado internacional de carbono, transacción que permite que la conservación del bosque compita económicamente con otras actividades que impulsan la deforestación. En definitiva, el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) (2009: 4) reconoce el potencial del programa REDD por la posibilidad de generar importantes beneficios y beneficios de la mitigación del cambio climático.

“Estos incluyen la protección de los servicios ambientales que ofrecen los bosques, la mejora de los sistemas de sustento de las comunidades que viven en los bosques y la aclaración de los derechos de tenencia de la tierra” (CIFOR, 2009: 5).

Con los primeros resultados de REDD se toma la decisión de agregar tres áreas estratégicas, el papel de la conservación, la gestión sostenible de los bosques y la mejora de las reservas de carbono. El programa de reducción de emisiones provenientes la deforestación y degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO₂ (REDD+) establece un enfoque más amplio de reducir las emisiones derivadas de la deforestación y degradación de los bosques en países en vías de desarrollo (CIFOR, 2009: 5).

Según el CIFOR (2009: 6), los mecanismos REDD y REDD+ en un principio eran más atractivos para los países con tasas de deforestación altas, por la existencia de un mayor potencial para reducir las emisiones y la posibilidad de obtener mayores beneficios al hacerlo. Sin embargo, en el enfoque más amplio de REDD+ los países que han protegido sus bosques a lo largo del tiempo, también pueden obtener beneficios a través de actividades como: permitir el acceso de los bienes que genera el bosque a las comunidades y replantar áreas deforestadas y degradadas.

A nivel global varios países han accedido a mecanismos de colaboración como el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques del Banco Mundial (FCPF) y del Programa ONU REDD, como preparación para futuros programas nacionales de REDD+. A pesar de que las modalidades para la implementación del mecanismo REDD+ todavía están en proceso, se han establecido fases para la implementación del mecanismo a nivel nacional y de proyecto. A nivel nacional, el Acuerdo de Cancún establece 3 fases: preparación o desarrollo de estrategias y construcción de capacidades; políticas, medidas y/o implementación de estrategias nacionales; y, acciones basadas en resultados. A nivel de proyecto, no hay una secuencia legal definida, sin embargo bajo esquemas de mercado voluntario, pueden señalar pasos generales como: elaborar la idea de proyecto, diseñar el proyecto, establecer su factibilidad, validar y registrar el proyecto, implementar el proyecto y, medirlo, reportarlo y verificarlo (Ministerio de Ambiente, 2012: 7).

3.2 El Programa REDD+ en Ecuador

Al contar con bosques que contribuyen significativamente con la mitigación del cambio climático, el Ecuador se encuentra en proceso de definir objetivos, compromisos y resultados verificables para la implementación del mecanismo REDD+. El marco político y normativo del país se construye en torno a lo dispuesto en su Constitución, en la que se establece que la mitigación del cambio climático es competencia del Estado; que el Estado regulará la producción, prestación, uso y aprovechamiento de los servicios ambientales; y, reconoce los derechos de propiedad sobre la tierra y el derecho de las personas, comunidades y pueblos de beneficiarse del ambiente. (Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador, 2008) El Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 planteó como meta, la reducción de la deforestación en un 30% hasta el 2013 (Meta 4.1.3: 235) y el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017

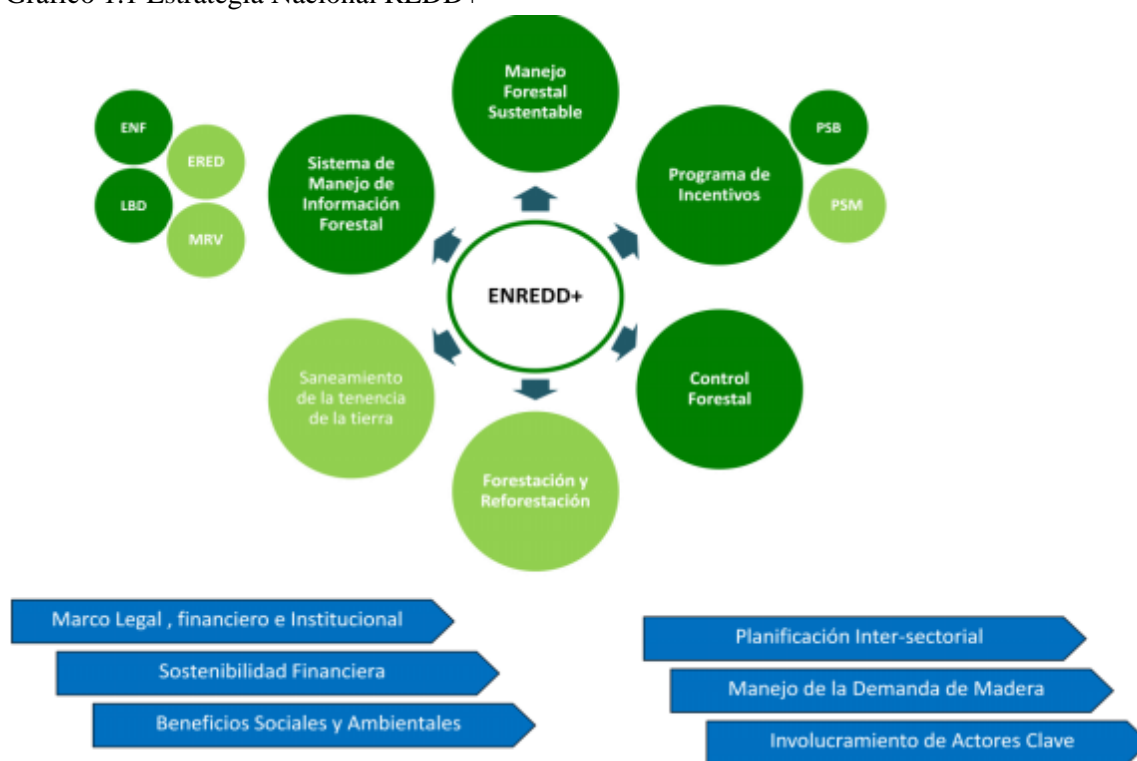
ha puesto énfasis en la transformación productiva y fortalecimiento de la institucionalidad para disminuir la deforestación.

En este contexto, el MAE, como Autoridad Ambiental, ha emprendido la implementación del Programa Nacional REDD+, para lo cual se crea la Estrategia Nacional REDD+, como herramienta de apoyo al modelo de gobernanza forestal. Su objetivo es:

“Contribuir paralelamente a la mitigación del cambio climático y al buen uso de los recursos forestales a través de la implementación de actividades, proyectos, medidas y políticas a nivel nacional para reducir la deforestación en el Ecuador y sus emisiones de GEI asociadas” (MAE, 2010)

De acuerdo a Carrión y Chú (2011: 50) la estrategia nacional tiene seis componentes con actividades específicas para alcanzar el objetivo ya mencionado de contribuir paralelamente a la mitigación al cambio climático y buen uso de los bosques, los mismos que se muestran en el gráfico N° 1.1

Gráfico 1.1 Estrategia Nacional REDD+



Fuente: Carrión y Chú, 2011
Elaboración: Carrión y Chú, 2011

Adicionalmente la ENREDD+ se compone de varias actividades que contribuyen a la reducción de la deforestación en el Ecuador, según Carrión y Chú (2011: 42-50) entre las cuales se encuentran:

- Programa Socio Bosque (PSB): Programa de incentivos domésticos que vincula la conservación de bosque nativos, páramos y otros remanentes de vegetación nativa con el desarrollo, ya que convierte a los participantes en defensores de su patrimonio natural y coparticipes del desarrollo del país.
- Mapa Histórico de Deforestación: Proyecto que procura determinar la tasa de deforestación actual, empleando un análisis multi-temporal en tres periodos (1990, 2000,2008) y mapas de

cobertura y uso de suelo.

- Evaluación Nacional Forestal (ENF): Proyecto para determinar el contenido de CO₂ por tipo de bosque mediante la elaboración de un inventario forestal nacional.
- Marco Legal, Financiero e Institucional para REDD+: Para definir una normativa de servicios ambientales se han desarrollado tres estudios:

“(1) análisis del contexto legal, financiero e institucional a nivel nacional de los ambientales en Ecuador y otros esquemas de compensaciones realizadas como producto de una actividad de manejo o explotación de recursos naturales; (2) análisis de los aspectos técnicos en los que se generan los servicios ambientales en el Ecuador y; (3) análisis del contexto legal, financiero e institucional a nivel internacional del carbono y otros esquemas relacionados con la provisión de servicios ambientales es caso de que existieran tales esquemas a nivel internacional” (Carrión y Chú, 2011: 42-50).

- Programa de Involucramiento de la Sociedad Civil: Proyecto que busca difundir la información existente de REDD+, consultar si los actores clave están de acuerdo con el mecanismo, involucrar de manera efectiva a la sociedad civil y construir capacidades.
- Unidad de Promoción y Desarrollo Forestal del Ecuador (Pro forestal): Unidad ejecutora del Plan Nacional de Forestación y Reforestación (PNFR) que incentiva las plantaciones forestales en tierras aptas.
- Implementación de Estándares REDD+: Plan de trabajo conjunto sobre estándares sociales y ambientales para garantizar que los beneficios sociales y ambientales adicionales sean efectivos.
- Diseño de un Programa de incentivos para el Manejo Forestal Sustentable: Incentivo complementario al PSB para reducir la deforestación.
- Análisis de causas de la deforestación: Estudio de caso en la provincia de Napo para determinar y caracterizar las causas directas e indirectas de la deforestación.
- Identificación de “beneficios múltiples” sociales y ambientales en el Ecuador: Estudio que aporta a la planificación a mediano y largo plazo de potenciales beneficios relacionados a aspectos ambientales y sociales.

La Economía del Cambio Climático

El cambio climático es la alteración de la temperatura del clima, causado en su mayoría por las diferentes actividades humanas que emiten GEI, principalmente el CO₂ y los fenómenos naturales (IPCC, 2007:10). Uno de los primeros esfuerzos que aborda la economía del cambio climático es el Informe Stern, el cual analiza los costes económicos de las consecuencias del cambio climático y, los beneficios y costes de las estrategias para la reducción de las emisiones de GEI (Stern, 2007: 4). Actualmente, el cambio climático es una amenaza mundial muy seria, que exige una rápida adopción de estrategias, las cuáles son consideradas como inversión para evitar el riesgo de consecuencias graves en el futuro. Los efectos se presentan en el acceso al suministro de agua, la producción de alimentos, la salud, el uso de tierras y el medio ambiente, elementos básicos para la vida humana (Stern, 2007: 4). Para complementar, Stern ha señalado que:

“El nivel de GEI actual en la atmósfera equivale aproximadamente a 430 partes por millón (ppm) de CO₂, en comparación a 280 ppm previas a la revolución industrial. Las principales actividades humanas que están causando este aumento son energía, industria y agricultura” (Stern, 2007: 5).

Para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010:11) el análisis económico del cambio climático es necesario para definir estrategias que contribuyan a la solución de este problema. Sin embargo, es un análisis complejo al abordar un problema que incorpora procesos naturales, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales, energéticos y diferentes conceptos de política internacional. Además, toma en cuenta características de largo plazo, ecosistemas complejos con límites, asimetrías en la información y un alto nivel de incertidumbre. Según la CEPAL (2010:12) para realizar un análisis económico en este ámbito se identifica una línea base de la trayectoria de todas las actividades humanas, sin considerar las posibles consecuencias del cambio climático en el sistema, presentándose dos líneas estratégicas indispensables, que se citan a continuación:

“El análisis de los impactos económicos del cambio climático se realiza identificando, la primera instancia, una línea base de trayectoria de las actividades económicas, sin incluir los impactos del cambio climático, para luego, tras la inclusión de esos impactos, proyectar trayectorias de crecimientos sectoriales y del conjunto de la economía. Las diferencias entre estas dos trayectorias, actualizadas en función de la tasa de descuento elegida, representan las consecuencias económicas del cambio climático. En este contexto, debe considerarse que los procesos de adaptación modificarán de manera significativa el resultado final y que algunos de los impactos más relevantes del cambio climático no tienen un valor económico directo” (CEPAL, 2010:13).

“El análisis económico de los procesos de mitigación se basa en el trazado de una línea base o trayectoria inercial de la economía en su conjunto o de algunos sectores o actividades económicas, que se traduce en una trayectoria inercial de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Posteriormente, se estima los costos asociados a la reducción de emisiones sobre esta línea base mediante cuñas, que se definen de acuerdo con alguna meta específica, y se aplica una tasa de descuento” (CEPAL, 2010:13).

La mitigación del cambio climático hace referencia a la intervención humana que busca disminuir las fuentes o potenciar los sumideros de GEI y tiene como fin mejorar la calidad de vida de las personas, tomando en cuenta los límites del ambiente que las rodea (IPCC, 2014: 43). Dicha mitigación aporta con beneficios de mercado para la sociedad, ya que los efectos de las mejores condiciones del ambiente, provocan una variación en los precios de mercado, los ingresos, la calidad y/o la disponibilidad de los productos comercializados (IPCC, 2014: 43). Para valorar tanto los daños del cambio climático como los beneficios de su mitigación, se utilizan unidades monetarias; en el primer caso, se determina con la disposición al pago de una persona por evitar dicho daño o la disposición a recibir por el daño ocasionado; y, en el segundo caso, se determina en base a la cantidad de ingresos que una persona está dispuesta a otorgar por un proceso de mitigación o la cantidad que estaría dispuesta a recibir cuando no se realizara dicho proceso (IPCC, 2014: 43).

Dentro de la economía del cambio climático, se originan los mercados de derecho de emisión y de carbono, los cuales se han implementado en diferentes áreas geográficas, como alternativa para resolver problemas ambientales actuales.

Mercados de derecho de emisión.

Dentro del Protocolo de Kioto (1997), se menciona por primera vez el término mercados de derecho de emisión, los cuales tienen como fin, reducir la emisión de GEI en la atmósfera por parte de los países industrializados, mediante la aplicación de diversos acuerdos que en el caso de que no los cumplan, se verán sometidos a fuertes multas. Esto genera un nuevo mercado, ante la ausencia del mismo en lo que respecta a las emisiones que originan externalidades. Dicho mercado se crea por

medio de la definición de la cantidad de derechos de propiedad intercambiables de emisiones, y se obtiene un precio por unidad de emisión. De manera que este nuevo mercado considera el nivel agregado de contaminación, que puede clasificarse en cuatro grupos de distinción, no siempre excluyentes según: la naturaleza del mercado, la definición del permiso, las reglas estáticas y dinámicas de intercambio y, la definición de derechos de propiedad (Labandeira et al, 2007: 224).

La primera distinción, considera la diferenciación entre los mercados que determinan un total de emisiones de los que poseen permisos que son generados por los propios agentes al reducir las emisiones en un volumen menor al predefinido, por lo tanto otros actores del mercado pueden hacer usos de estos. La segunda distinción, plantea que es necesario precisar lo que se puede intercambiar, es decir, si son medidas absolutas de emisión, concentraciones de contaminación o medidas relativas de daños ambientales. La tercera distinción, se relaciona con los mercados de intercambios uno por uno de los que fijen ratios distintos a la unidad para el intercambio de permisos entre localizaciones. Y finalmente, la cuarta distinción, analiza la posesión de los derechos de propiedad, lo cual provoca mercados de permisos subastados de entrega gratuita (Labandeira et al, 2007: 224).

Para López y López Gordo (2007: 91), el Protocolo de Kioto, se fundamentó en la comercialización de las emisiones de GEI, como uno de los instrumentos más viables para alcanzar el desarrollo sostenible a nivel mundial, el cual busca establecer un nivel de contaminación predeterminado, que no cause afectación alguna, estableciendo de tal forma que los derechos de emisión tienen un límite máximo. A esto el Mercado Europeo de Derechos de Emisión (MEDE) es el principal ente que organiza la emisión de GEI, estableciendo lo siguiente:

“Los distintos Estados miembros han procedido al establecimiento de topes de emisión de CO₂ individuales para cada instalación sujeta al régimen, mediante la asignación de una determinada cantidad de derechos de emisión. Las empresas que se sitúen por encima del límite autorizado de emisiones de CO₂, tienen diferentes opciones:

- I. Comprar el excedente de otras empresas que no necesiten todos los derechos, por emitir por debajo de los derechos concedidos*
- II. Cambiar su modo de producción para emitir menos gases contaminantes. Las empresas reducirán sus emisiones, si sus costes de reducción son inferiores al precio del derecho, precio que será único para toda la UE.*
- III. Financiar en terceros países un proyecto de reducción de emisiones de GEI amparado por los Mecanismos de Flexibilidad, y canjear los certificados de reducción obtenidos por unidades de reducción negociables en el MEDE”.*

De tal forma, Mateos y Bilbao (2007: 104) consideran que es imprescindible el impulso de instrumentos y herramientas económicas de carácter flexible, las cuales se enfoquen en destacar los derechos de emisión de GEI. Así, cualquier organización u organismo que pretenda emitir más gases de los que se le han asignado, será sancionado con una fuerte multa, además de que tendrá que invertir una gran cantidad de agentes económicos para revertir el daño. Este tipo de comercio de derechos de emisión genera un entorno de oportunidades y amenazas, las cuales presentan posibilidad de generar la necesidad de adquisición de nuevos derechos, buscando el incremento de sus beneficios y la reducción de los costos. Es decir, buscan adoptar nuevas tecnologías que permitan la reducción considerable de la emisión de GEI, brindándole de tal forma la posibilidad de vender dichos derechos con los cuales se iniciaron principalmente.

1. Mercados de carbono

Los mercados de carbono son considerados como un sistema de comercio, mediante el cual se venden o compran reducciones de GEI, con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos y necesidades establecidas dentro del Protocolo de Kyoto (SINIA, 2010); es decir, que busquen disminuir las emisiones de una forma efectiva y rentable, optimizando y conservando recursos. En este sentido, para la FAO (2009: 100) se identifican dos diferentes tipos de mercados de carbono con distintos enfoques, los cuales son:

“El mercado regulado es utilizado por empresas y gobiernos que, por ley, tienen que rendir cuentas de sus emisiones de GEI. Está regulado por regímenes obligatorios de reducción de carbono, ya sean nacionales, regionales o internacionales.

En el mercado voluntario, en cambio, el comercio de créditos se produce sobre una base facultativa. Las dimensiones de los dos mercados difieren notablemente. En 2008, se comerciaron en el mercado regulado 119.000 millones de dólares estadounidenses (US\$), y en el voluntario, 704 millones US\$”.

Para el primer caso, en el Protocolo de Kyoto se plantearon tres mecanismos importantes de mercado regulado: el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), la Ejecución Conjunta y el Régimen para el Comercio de Derechos de Emisión de GEI de la Unión Europea (UE); sin embargo, como algunos países no han aceptado legalmente dicho Protocolo, se han desarrollado otros esquemas de reducción de GEI vinculantes legalmente, a nivel estatal o regional. Para el segundo caso, para proyectos de Agricultura, Silvicultura y otros usos de tierra (AFOLU) a pequeña escala en países en desarrollo, el mercado voluntario es más interesante que el regulado, porque el mercado de MDL tiene unos mecanismos y procedimientos bastante complejos para el registro de proyectos, que excluyen a la mayoría de proyectos agrícolas, forestales y de Reducción de las Emisiones Derivadas de la Deforestación y Degradación de los Bosques (FAO, 2009).

Valoración Económica Ambiental

Valor Económico Total (VET)

A decir de Pearce y Moran (1994: 21), el VET de un recurso ambiental se compone por su valor de uso (VU) y su valor de no uso (VNO). El VU hace referencia al valor que se origina del uso actual de un recurso dado; y, puede ser valor de uso directo (VUD) que implica el uso actual, valor de uso indirecto (VUI) que implica el beneficio proveniente de las funciones ecológicas de un ecosistema y valor de opción (VO) que implica una aproximación de la valoración de un bien o servicio ambiental para un uso futuro. El VNO es difícil de estimar, pues no existen precios de mercado definidos; y, puede ser valor de legado (VL) que se refiere a hábitats, prevención de daños, etc. y valor de existencia (VE) que se refiere al valor otorgado al conocimiento de la existencia de un bien ambiental (Pearce y Moran 1994: 21). De manera que el VET se expresa de la siguiente manera:

$$VET = VU + VNU = (VNU + VUI + VO) + (VL + VE)$$

Sin embargo a criterio de Pearce y Moran (1994: 21), el VET captura solamente los valores económicos y existen funciones subyacentes de los sistemas ecológicos, previas a las funciones

ecológicas, que no se consideran en el análisis. Dichas funciones subyacentes son características del sistema sobre el cual se desarrollan las funciones ecológicas, de modo que el valor fundamental se debe determinar en base a un todo y no a funciones específicas. Al considerar este planteamiento, el VET de un ecosistema es superior a la suma de los valores de sus funciones individuales.

Metodologías de valoración ambiental.

Para medir económicamente los beneficios y los costos ambientales existen dos enfoques de acuerdo a Pearce y Turner (1990: 22, 28):

- Directo: Se basa en la medición de beneficios y costos ambientales por su valor monetario en mercados sustitutos o técnicas experimentales. El enfoque de mercado sustituto considera un mercado en el cual los bienes o factores de producción son transados, de manera que las ganancias o pérdidas ambientales son atributos de dichos bienes. El enfoque de técnicas experimentales recrea un mercado con valoraciones hipotéticas de los bienes y servicios ambientales. Dentro de este enfoque se observan los siguientes métodos (Ecosystem Valuation s.f.)
 - Método de precio de mercado: Estima el valor económico de bienes y servicios ambientales para los cuales existe un mercado establecido y se basa en la estimación de excedentes de consumidor y productor
 - Método de productividad: Estima el valor económico de bienes y servicios ambientales que son insumos de producción de un bien final transado en un mercado ya existente.
 - Método de precios hedónicos: Estima el valor económico de un bien o servicio ambiental que afecta directamente al precio de las viviendas cercanas, siendo útil para medir la valoración de los individuos por calidad ambiental o por provisión de servicios ambientales.
 - Método de valoración contingente: Se basa en encontrar la DAP de los individuos por un bien o servicio ambiental o la DAA por la pérdida del mismo a través de encuestas; lo que permite estimar valores de uso y de no uso.
 - Método de costo de viaje: Parte de la teoría del consumidor debido a que los individuos tienen que elegir entre visitar un sitio (bien ambiental) o realizar otra actividad. El costo total incluye la entrada a dicho sitio, los gastos en gasolina, alojamiento, pasajes de autobús y el equivalente a la pérdida de sus ingresos como valor al tiempo.
- Indirecto: El enfoque de valoración ambiental indirecto no determina una DAP por un bien o servicio ambiental o una DAA por un daño de dicho bien o servicio. Emplea la relación entre un bien, servicio o daño ambiental y algún efecto en otra variable, de manera que muestra una preferencia para el efecto aplicado. Dentro de este enfoque se observan los siguientes métodos (Ecosystem Valuation s.f.):
 - Método de costos evitados: Estima el valor monetario de un bien o servicio ambiental mediante el costo de las acciones realizadas para mantener su calidad o evitar su daño
 - Método de costos de reemplazo: Utiliza el costo en el cual se debería incurrir para reemplazar un ecosistema o los servicios ambientales que este provee para aproximar una valoración económica de un bien o servicio ambiental.
 - Método de costos sustitutos: Se calcula el valor monetario de un bien o servicio ambiental considerando los costos de la implementación de sustitutos de un sistema ecológico o de sus funciones.

Para la presente disertación se considera el valor de uso indirecto de un servicio ambiental, el cual es la captura de carbono del bosque de la Hacienda el Prado. Se realiza una valoración económica directa por el método de precios de mercado, ya que el mercado de carbono es un mercado ya establecido y se tomarán los precios de MDL, REDD+ y mercado voluntario.

Pago y/o compensación por servicios ambientales (PSA y/o CSA)

Para (Wunder, 2005: 10) un PSA es una transacción voluntaria, donde un servicio ambiental bien definido es comprado por al menos un comprador (beneficiario o demandante) del mencionado servicio, a por lo menos un proveedor (vendedor, oferente, propietario o beneficiario del PSA) del servicio ambiental, sólo si el proveedor asegura la provisión del dicho servicio transado; por lo que los PSA son una transferencia monetaria en compensación a la conservación de un ecosistema, en el que se incentiva a la valoración de los servicios ambientales y su calidad. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2012: 20) sostiene que un PSA es un acto humano voluntario que busca conservar los ecosistemas y su provisión de servicios ambientales a través de un compromiso de largo plazo con la sociedad y el ambiente, apoyando a las actividades económicas locales y a la consolidación de instituciones locales con legitimidad, ya que genera nuevas reglas de juego sociedad-ambiente. Así también señala la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), que el PSA es:

“Un mecanismo de retribución monetaria o compensación flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directo por el mantenimiento o provisión de un servicio ambiental, por parte de los usuarios del servicio el cual se destina a los proveedores” (UICN, 2012: 19)

Según Smith, De Groot y Bergkamp (2006; citado UICN, 2012: 19) se definen 3 tipos de mecanismos de transacción por servicios ambientales. El primer tipo corresponde a proyectos privados y son pagos directos realizados por beneficiarios a proveedores del servicio ambiental, en el que, los costos se comparten entre ambos, existe una compra de tierras al ex proveedor para garantizar la conservación del área y es posible la compra de derechos de aprovechamiento de la tierra. El segundo tipo corresponde a los proyectos de tope y trueque, los cuales fijan una cantidad máxima total en términos de contaminación o extracción del recurso y asignan permisos a dichas actividades dividiendo el permiso entre el total de usuarios. Por último, el tercer tipo plantea mecanismos públicos que son impulsados por el gobierno en el que se incluyen tasas de usuario, compra de terrenos, concesiones de derechos de uso e incentivos fiscales. En el primer caso, en el que se contempla una transacción monetaria, se plantea un PSA; y, en el segundo y tercer caso, cuando se incorporan total o parcialmente transacciones no monetarias, se plantea una CSA.

Si bien, el término pago por servicios ambientales es el más usado, según Wunder (2005: 10), al tener una clara asociación monetaria, puede generar resistencia ideológica y, localmente, puede crear conflictos con la opción de pagos en especie. Es importante subrayar que el pago no necesariamente debe expresarse como una operación monetaria, pues también puede traducirse en una mejora de infraestructura (caminos, reservorios de agua, etc.), servicios (médicos, escuelas, etc.) o extensión rural (talleres, equipamiento, semillas, etc.). El mecanismo de compensación puede variar desde un pago periódico directo a los proveedores individuales hasta el establecimiento de un fondo fiduciario manejado por un directorio con participación de los proveedores, usuarios, sector privado, sociedad

civil y el estado (WWF, 2007: 55). Según (Wunder, 2005: 10), el término compensación se refiere a un costo directo o de oportunidad que favorece al proveedor del servicio, quién por una justificación moral y racionalidad social debiera ser compensado.

En suma, tanto los PSA como los CSA deben ser cuantificables, significativos y directamente atribuibles; por lo que es importante observar sus componentes:

Cuadro 1.3 Componentes de los mecanismos de pago o compensación por servicios ambientales

Área	Alcances	Instrumentos
Conceptual	Definir el servicio ambiental, entender la demanda y oferta de dicho servicio.	Encuestas a actores, enfoque metodológico de cualificación y cuantificación.
Técnico	Identificar, cuantificar y valorizar los servicios ambientales.	Estudios hídricos, metodología de cuantificación de carbono, planes de manejo, eco-modelos.
Legal	Sustento para cobrar-pagar por servicios ambientales. Resolver conflictos.	Leyes, contratos, sistema de cobros.
Financiero	Fuente-uso de fondos, tasas, sostenibilidad financiera.	Tasas de cobro, portafolios, modelos, etc.
Institucional	Arquitectura del PSA, rol de los actores, legitimidad, alianzas.	Contrato-gestión, mesa de diálogo, etc.

Fuente: UICN, 2012

Elaborado por: Stefanya Cargua

Según la UICN (2012: 21), las condiciones ideales para que estos tipos de mecanismos funcionen correctamente son:

- La existencia de productores y consumidores de servicios ambientales, los cuales estén dispuestos y preparados para transar determinados servicios ambientales.
- Una relación contractual entre productores y consumidores de dichos servicios ambientales.
- Una determinación precisa de cantidades y calidades del servicio ambiental de la transacción.
- Una buena determinación de una tarifa o precio por unidad del servicio ambiental a lo largo del tiempo.
- Un sistema eficiente y equitativo de cobro y pago entre productores y consumidores.

Por otro lado, para Wunder (2005: 15) para transar un servicio ambiental es necesario considerar líneas bases hipotéticas, que permiten determinar la existencia de un efecto grande y acumulativo, aspecto de adicionalidad. La reforestación y la aforestación cumplen con el aspecto de adicionalidad, por lo que son los únicos para recibir créditos de carbono; así pues, las reglas actuales de los mecanismos de desarrollo limpio (MDL) son un ejemplo de línea base estática. Hay que resaltar, que los PSA y CSA, son uno de los mecanismos financieros más utilizados actualmente para la conservación de los bosques y otros ecosistemas como páramos y humedales.

En algunos casos, el pago y/o la compensación equivale al costo de oportunidad de una actividad productiva o extractiva que pondría en riesgo uno o varios servicios ambientales; con lo que se busca que el proveedor adopte prácticas de manejo tendientes a mantener o mejorar la provisión del servicio ambiental de interés. Su sostenibilidad depende tanto de la continuidad del pago o compensación, como de la aplicación de una serie de principios como adicionalidad, permanencia y fugas evitadas.

En algunos casos, la provisión de un determinado servicio ambiental es totalmente tangible para las comunidades locales, como lo es el suministro de un caudal constante de agua de calidad. Mientras que los impactos o beneficios derivados de la generación de otros servicios como la fijación de carbono y la conservación de la biodiversidad, son mucho más abstractos y difíciles de cuantificar (Wunder, 2005: 15).

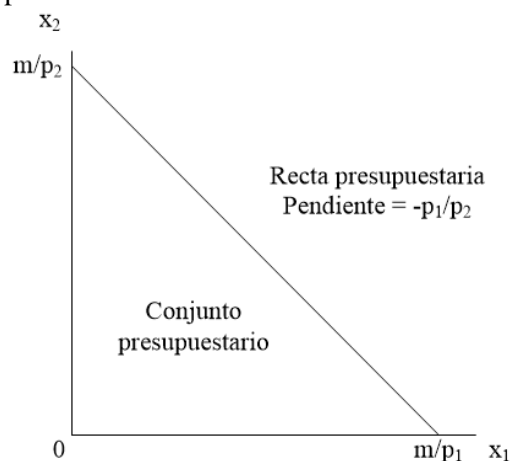
Análisis Costo de Oportunidad

La definición del Costo de Oportunidad

Para Burch y Henry (1974: 119), el concepto de costo de oportunidad se origina con Frederick Von Wieser, que define que el valor de un factor o insumo dentro del proceso productivo se determina por el ingreso neto generado por dicho factor en su mejor uso alternativo. Partiendo del supuesto de la escasez, el costo de oportunidad se le considera como el valor del mejor uso alternativo posible de un recurso al que se renuncia para llevar a cabo una acción o decisión económica; por tanto los individuos tienen que elegir constantemente entre un recurso u otro, o entre sus diferentes usos, incorporando en sus decisiones el concepto de eficiencia económica. A decir de Just, Huelst y Schtzt (1982: 40), la eficiencia económica tiene como finalidad el mayor nivel de consumo y producción con los recursos disponibles.

El análisis costo de oportunidad se ha fundamentado desde distintos planteamientos, uno de ellos se asienta en la economía clásica, a través del planteamiento de una restricción presupuestaria de un individuo mediante la expresión $p_1x_1 + p_2x_2 = m$, en donde p_1x_1 representa la cantidad de dinero que el individuo gasta al consumir el bien 1 y p_2x_2 muestra la cantidad que el individuo gasta al consumir el bien 2. La recta presupuestaria requiere que la cantidad gastada tanto en el bien 1 como en el bien 2, iguale a la cantidad que el individuo tiene para su consumo m , por lo que, el individuo puede acceder a todas las cestas de consumo que no cuestan más de m y dichas cestas se encuentran dentro del conjunto presupuestario del individuo, como se puede observar en la siguiente gráfica:

Gráfico 1.2 El conjunto presupuestario



Fuente: Varian, 2006
Elaborado por: Stefanya Cargua

El Costo de Oportunidad en la Economía Ambiental

A nivel de la economía ambiental, el costo de oportunidad permite comprender el mínimo valor de un beneficio neto de un incentivo económico para la conservación de un ecosistema, ya que a criterio de Aguirre, Laguía y Malky (2013: 22) es posible reflejar como la deforestación afecta económicamente, de manera diferenciada, a los distintos usuarios de la tierra; determinar los costos y beneficios privados y sociales de los posibles usos de tierra; identificar las causas microeconómicas de la deforestación; estimar la compensación efectiva para la conservación del suelo forestal; proponer programas de incentivos exitosos, mediante la planificación a mediano y largo plazo; conocer los contextos biofísicos, sociales y económicos locales; y, plantear estrategias que eviten la pérdida de suelo forestal y se destinen a actividades productivas. En el caso de los mecanismos de incentivos económicos para la conservación, se incorpora el concepto de costo de oportunidad y su aplicación, como el:

“Valor de la mejor opción de producción [de uso de la tierra] a la que se renuncia cuando él [poseedor de un derecho] propietario (o tenedor) de un terreno [privado, público o comunidad] acepta cambiar [voluntariamente] el uso (de parte o la totalidad) del predio [o territorio], a través de un contrato de conservación, hacia usos que mejoren la provisión de servicios ambientales (biodiversidad, agua, paisaje, entre otros) y que se asocian [posiblemente] a menores beneficios netos” [cuando es protegido] (Aguirre, Leguía y Malky, 2013: 31)

Entre los principales limitantes que se generan por el uso del costo de oportunidad se observan: las cantidades que no son registradas en los mercados; los bienes que no son comercializados o no tienen sustitutos aparentes; los precios de productos distorsionados; las economías y des economías de escala; y, el no considerar efectos distributivos de beneficios (Aguirre, Leguía y Malky, 2013: 22). En este sentido, el costo de oportunidad es principalmente ventajoso para áreas con recursos naturales únicos, que podrían ser irrevocablemente perdidos de no ser protegidos. De igual forma, reconoce que los costos de conservación difieren entre región, tipo de bosque, productores, economía local, entre otros.

El Costo de Oportunidad de REDD+

Se define al costo de oportunidad de REDD+ como “la medida de un cambio en el uso de la tierra expresado en términos de dinero y unidades físicas”, es decir se expresan en USD por toneladas de CO₂ (White, Minang y Noordwijk, 2011: 2). De modo que, es importante estimar el costo de oportunidad de REDD+ ya que permite la identificación de las opciones de reducción o fijación más atractivas (White, 2011: 6).

De acuerdo a White (2011: 4) los costos de oportunidad de REDD+ se pueden clasificar de la siguiente manera:

Cuadro 1.4 Costos de oportunidad de REDD+

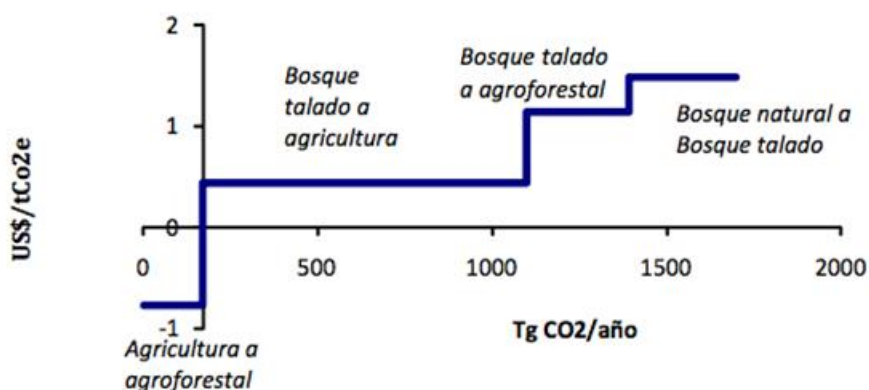
Directos	Socio-culturales	Indirectos
Diferencia de rentabilidad entre conservar el bosque y otros usos	Bienestar restringido o cambiado	Impactos en otros sectores económicos
Diferencia de rentabilidad de mantener el bosque en estado degradado y reforestación	Impactos psicológico, emocionales y/o espirituales	Diferencia en ingresos de impuestos
		Efectos de retroalimentación por incrementos en precios forestales o agrícolas

Fuente: White, 2011
Elaboración: Stefanya Cargua

Para construir la curva de abatimiento² se incorporan los costos de oportunidad de los diferentes cambios en el uso de suelo a nivel local, regional o mundial. La altura de la curva señala el costo de oportunidad de cada cambio en el uso del suelo; mientras que el ancho de cada segmento representa la cantidad de reducción potencial de emisiones por cada uso posible del suelo (White et al, 2011: 2).

En el gráfico N° 1.3 se presenta un ejemplo de curva de abatimiento, en el cual los cambios en el uso de la tierra producen emisiones en tres instancias (bosque talado a agricultura, bosque talado a agroforestal y bosque natural a bosque talado). El costo de oportunidad de evitar un cambio de bosque talado a agricultura es el menor del ejemplo, y un cambio de bosque natural a bosque talado genera el mayor costo de oportunidad. Por otro lado, un cambio en el uso de la tierra de agricultura a agroforestal significaría un beneficio (costo de oportunidad negativo).

Gráfico 1.3 Curva de abatimiento



Fuente: White et al, 2011
Elaborado por: White et al, 2011

Elección Intertemporal

Al considerar el análisis de costo oportunidad, es necesario incluir también la elección intertemporal, ya que la velocidad con la cual se explota un recurso natural, es decir su tasa de explotación, depende de las preferencias intertemporales que la sociedad posea de dicho recurso (Villegas, 2015: 16).

El Valor Presente y la Tasa de Descuento

El Valor Presente permite realizar comparaciones monetarias en diferentes periodos de tiempo, mediante un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión; considerando que recibir un monto de dinero ahora o en el futuro, no representa lo mismo. En este contexto, la tasa de descuento o costo de capital, denotada por d , es el mecanismo o medida financiera para comparar el valor del dinero en el tiempo; es decir para determinar el valor actual de un pago futuro (FAO, 2014).

² Curva de Costos de Oportunidad de REDD+

En este caso, si se considera un valor nominal esperado V_A de una obligación con vencimiento de un lapso específico, una tasa de descuento d y un valor futuro que puede ser reconocido por una persona o entidad tomadora es V_B :

$$V_A = \frac{V_B}{1 - d}$$

En este caso, supóngase que un individuo tiene una tasa marginal de preferencia en el tiempo de d por periodo; en consecuencia es indiferente entre una propuesta de consumo extra de 1 unidad en el periodo 0 y otra de consumo $(1 + d)$ unidades en el periodo 1 . En forma análoga, será indiferente a la elección de las propuestas anteriores con respecto a un consumo de $(1 + d)^2$ unidades extra de consumo en el periodo 2 . Este razonamiento es similar a establecer que una unidad extra consumida en el periodo 1 tiene un valor presente de $1/(1 + d)$ unidades en el periodo 0 ; del mismo modo, una unidad extra consumida en el periodo 2 tiene un valor presente de $1/(1 + d)^2$ unidades en el periodo 0 , y así sucesivamente para t periodos $(1/(1 + d)^t)$ (FAO, 2014).

Para abordar el concepto de la tasa de descuento, es fundamental contemplar la existencia de un factor de descuento $v_{t,d}$ y factor de compensación a_d ; el primero, se refiere al valor presente en el periodo 0 de una suma de una unidad acumulada en el periodo t , si la tasa de descuento es d ; y, el segundo, se refiere al valor presente en el periodo 0 de un flujo de ingresos consistente en la acumulación de una unidad en cada uno de los t periodos que va entre 1 a n , a una tasa de descuento d (FAO, 2014).

$$v_{t,d} = \frac{1}{(1+d)^t} \quad \text{Factor de descuento}$$

$$a_d = \sum \frac{1}{(1+d)^t} \quad \text{Factor de compensación}$$

En donde, en términos de factores de descuento $a_d = \sum v(t, d)$. A decir de Sugden y Williams en 1990 (citado en FAO, 2014: 2) es importante remarcar que el factor de compensación es útil cuando el flujo de costos y beneficios a lo largo del tiempo es el mismo.

Tasas de Descuento para Proyectos Ambientales

Uno de los primeros economistas en plantear la necesidad de calcular tasas de descuento especiales para proyectos ambientales fue Arrow (1995), planteando como punto de partida, que para enfrentar al cambio climático solo hay tres alternativas de política: reducir las emisiones de GEI, mitigarlos o, adaptarse. Si se selecciona una de las dos últimas alternativas, los tiempos de maduración son similares a los de un proyecto de inversión típico y la tasa social de descuento sería la misma; sin embargo, si se selecciona la primera alternativa, debe tomarse en cuenta que los efectos de los GEI dependen de su concentración, es decir de su stock en la atmósfera, por lo tanto, el resultado inmediato de cualquier esfuerzo para reducir las emisiones será muy pequeño. En este contexto, para reducir la concentración se requerirá de esfuerzos sostenidos en el tiempo, cuyos efectos serán visibles en plazos muy largos, no menores de 50 años. Dicha longitud de tiempo entre costos y beneficios hace que la elección de la tasa social de descuento sea fundamental (FAO, 2011: 35).

Arrow pone, a manera de ejemplo, el caso de una inversión pública que genera beneficios solo a partir del año 50. Si se utilizara una tasa social de descuento de 10%, que es la tasa que se utilizó en los Estados Unidos hasta 1992, el valor actual de un beneficio de \$ 1,00 del año 50 sería menor de un

centavo. Esto haría que nadie tome en serio una política para reducir las emisiones de GEI, salvo que exista la certeza de una catástrofe; por lo que se propuso calcular la tasa social de descuento a partir de la maximización de una función de utilidad social, de tal manera que se obtiene la fórmula de Ramsey-Cass-Koopmans (FAO, 2011: 35).

$$\text{TSD} = \rho + \theta g$$

Donde ρ es la tasa de preferencia pura por el tiempo, θ es la elasticidad de la utilidad marginal del consumo y g la tasa de crecimiento del consumo per cápita. Desde esta perspectiva, la elección de las tasas de descuento juega un rol crucial, puesto que una tasa alta juega en contra de las inversiones para reducir las emisiones en el presente, dado que las ganancias que se obtienen con un clima mejor y más seguro en el futuro están muy distantes en el tiempo y su factor de descuento es, por lo tanto, muy elevado. Asimismo, hay que contemplar que los proyectos que tienen un contenido ambiental presentan una serie de peculiaridades respecto al resto de proyectos públicos, entre los cuales Pindyck (2006) señala algunos de ellos (FAO, 2011: 35):

- No se puede conocer con certeza cuáles serán los beneficios de una reducción del daño ambiental; ni el volumen que será reducido como resultado del proyecto. Asimismo, tampoco se conoce cómo los seres humanos se adaptarán a estos cambios.
- Usualmente no se sabe cuáles serán los costos actuales y futuros de una política.
- Existe desacuerdo entre los economistas respecto a la tasa de descuento que mejor refleja las preferencias de la sociedad respecto al tiempo y al riesgo.

Así también, los riesgos inherentes en los proyectos ambientales presentan tres tipos de complicaciones:

- Las funciones de costos y beneficios tienden a ser altamente no lineales.
- Las políticas ambientales tienen efectos irreversibles importantes y estos efectos pueden interactuar de una manera complicada e incierta. Un primer efecto, se basa en que las políticas que buscan reducir el deterioro ambiental casi siempre imponen costos hundidos en la sociedad; y, un segundo efecto, se basa en que el daño ambiental suele ser parcial o totalmente irreversible.
- Las políticas ambientales tienen horizontes muy largos, los beneficios de una política ambiental pueden implicar periodos de 100 años en adelante.

Hay que considerar, las políticas ambientales, a diferencia de la mayoría de los proyectos de inversión, tienen horizontes muy largos. Los cálculos del VAN para las inversiones de las empresas muy raras veces van más allá de los 20 o 25 años, pero los costos y en especial los beneficios de una política ambiental pueden extenderse por 100 años o más. Los problemas del cambio climático global y de los residuos nucleares son un claro ejemplo. Asimismo, las políticas relativas a los bosques y los ecosistemas pueden tener consecuencias que se extienden por muchas décadas. Lo mismo ocurre con la contaminación química de la tierra o el agua. La extinción de una especie es, por definición, un daño permanente.

Análisis Costo Beneficio (ACB)

Azqueta (2002: 13), plantea que el ACB permite evaluar financieramente el rendimiento a valor presente que se obtendría al destinar un terreno a distintas actividades productivas. Por su parte, otros autores (Cordero et al, 2008: 16-17) identifican costos y beneficios de las diferentes alternativas de uso, para realizar una comparación de alternativas en base de criterios económicos y financieros. Para Layard (1978: 52), el análisis costo beneficio es una técnica indispensable para la toma de decisiones en relación a la ejecución de un proyecto, de tal forma que este a través de la valoración financiera establezca todos los costos y beneficios que se generan de forma directa e indirecta para el proyecto, a fin de que se le brinde mayor importancia cuantificable a los resultados que determine el proyecto.

El ACB permite realizar una evaluación cuantificable en relación al rendimiento que se genera en la determinación de una actividad productiva, modelando de tal forma el uso del suelo y los flujos de ingresos que se brinda después de su trayectoria, para ello es importante realizar el cálculo metodológico de los siguientes indicadores:

- El Valor Actual Neto (VAN): indicador de desempeño económico que permite traer a valor presente los flujos de caja futuros originados por una inversión; el cuál se calcula mediante la elaboración de un flujo de caja, donde se evidencien los ingresos y egresos para cada periodo de tiempo. La metodología muestra cuánto aumentará el valor de un flujo de efectivo luego de restarle la inversión inicial utilizando una tasa de descuento. Su fórmula de cálculo es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0$$

Dónde, FC_t es el flujo en cada periodo t , I_0 es la inversión inicial, n es el número de periodos considerado y r es la tasa de interés. En este caso, si el VAN es mayor que 0, el proyecto se acepta, si es igual a 0 se es indiferente y si es menor que 0 se lo rechaza (Alexander, Sharpe y Bailey, 2003: 330).

- La Tasa Interna de Retorno (TIR): medida porcentual que representa la tasa de rendimiento esperada del proyecto a la cual el valor actual neto se vuelve cero, de modo que la TIR muestra la rentabilidad a obtenerse al vencimiento del proyecto. Su fórmula de cálculo es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+r)^t} - I_0 = 0$$

Si la TIR es mayor que la tasa que refleja el Costo de Oportunidad del capital (COK) el proyecto se acepta, si es igual al COK se es indiferente y si es menor al COK se lo rechaza, pues el resultado de la inversión será negativo (Alexander et al, 2003: 330-331).

- La relación costo-beneficio (B/C), conocida también como índice neto de rentabilidad, es un indicador de eficiencia económica que vincula el valor actual de los ingresos con el valor actual de los costos (incluyendo la inversión) de un proyecto. La B/C permite determinar cuál es el ingreso por cada unidad monetaria gastada. Su fórmula de cálculo es la siguiente:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Dónde la B/C es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos o Beneficios Netos Totales (VAI) entre el Valor Actual de los Costos Totales (VAC) de un proyecto. Si la B/C es mayor que 1 el proyecto es rentable; si es igual a 1 se es indiferente y si es menor que 1 es un proyecto no rentable (Azqueta, 2002: 163).

El conocimiento y la comprensión de los conceptos y metodologías presentadas en el marco teórico permitirán determinar el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado con relación a otras actividades económicas. En primera instancia se identificará los servicios ambientales existentes en la hacienda el Prado y se clasificará a los mismos bajo el criterio TEEB; la valoración económica del servicio ambiental por captura de carbono se realizará por el método directo o de precios de mercado y para el análisis de la rentabilidad financiera de las diferentes alternativas económicas que podrían incidir en la decisión de conservar el bosque se calcularán los indicadores de VAN, TIR y B/C. Adicionalmente, se construirá la curva de abatimiento para conocer los posibles costos o beneficios de las alternativas económicas.

Capítulo 1: Caracterización del Área de Estudio y Determinación de los Bienes y Servicios Ambientales de la Hacienda el Prado

Caracterización del Área de Estudio

La hacienda el Prado se encuentra ubicada en el Ecuador, Provincia de Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia Sangolquí.

Ecuador.

Para realizar un análisis del recurso forestal a nivel país es necesario considerar que en el Ecuador la dinámica del cambio de uso de suelo ha tenido comportamientos diferenciados, en la costa se aceleró a partir del boom bananero, en la sierra la reforma agraria causó la presión de tierras altas y en la Amazonía el boom petrolero promovió la colonización no planificada (Carrión y Chíu, 2011: 21). Adicionalmente la cobertura forestal del país se ha fragmentado en diferentes momentos y como consecuencia de cambios en el marco regulatorio; siendo las leyes detalladas a continuación las más relevantes de acuerdo a Carrión y Chíu, (2011: 22)

- Ley de Reforma Agraria y Colonización (1964)
- Ley de Régimen del Sector Eléctrico (1996)
- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (2004)
- Ley de Minería (2009)
- Ley de Hidrocarburos (reformada por última vez en el 2010)

Según Carrión y Chíu, (2011: 23) debido el cambio significativo en el uso de suelo hacia la deforestación, la política forestal del Ecuador persigue un manejo sustentable de los recursos forestales, garantizando su existencia, para generar desarrollo económico y social de la población en general. La política forestal busca como objetivos específicos:

- Detener el proceso de pérdida de bosque nativos
- Conservar y manejar los recursos en áreas protegidas
- Restaurar tierras de aptitud forestal
- Garantizar la participación de poblaciones rurales y pueblos.

Una de las estrategias utilizadas dentro de la política forestal es la Estrategia de Desarrollo Forestal Sustentable en el Ecuador que reconoce la multifuncionalidad de los bosques, no solo como proveedores de materia prima sino como ecosistemas con bienes y servicios ambientales. De modo que se puede extraer el 15% de un bosque húmedo, seco o alto andino, para permitir su regeneración (Carrión y Chíu, 2011: 23)

Provincia: Pichincha.

Se incluye el componente ambiental-forestal en la planificación territorial con la finalidad de realizar el monitoreo de los impactos ambientales en relación a la deforestación, cambios en el uso de suelo, contaminación y otros, de manera que se cree una estrategia de zonificación ecológica, social y económica que apoye a la conservación de ecosistemas. El GAD de Pichincha cuenta con un proyecto de repoblamiento forestal en Pichincha, para reducir el 30% de la tasa de deforestación y mejorar 10% de tierras deterioradas (GAD Pichincha 2012: 115).

Cantón: Rumiñahui

Sangolquí es una parroquia perteneciente a la zona urbana del cantón Rumiñahui de la provincia de Pichincha, presenta un área de 50,42 km² del total de la superficie del Cantón, que alcanza los 135,68 km² de la suma del área de las 3 parroquias urbanas y las 2 parroquias rurales. Como se observa en el Gráfico N° 2.1, el Cantón Rumiñahui limita al norte, este y oeste, con el Cantón Quito; y, al sur con el Cantón Mejía (Gobierno de Rumiñahui 2015: 10).

Gráfico 2.1 Mapa Político del Cantón Rumiñahui



Fuente: Gobierno de Pichincha, 2015

Elaborado por: Gobierno de Pichincha, 2015

El Censo Nacional Económico del 2009, registra 513 establecimientos económicos en funcionamiento en el Cantón Rumiñahui categorizados como industriales, entendiéndose como industria a toda actividad que utiliza agua potable en alguna fase de la elaboración de un producto (GAD Pichincha 2012: 115) (Gobierno de Rumiñahui 2015: 10). En el caso específico de la parroquia Sangolquí, la PEA urbana se concentra en comercio, industria, construcción y servicio público y, en menor

porcentaje en actividades agropecuarias; mientras que la PEA rural, se concentra en industria, agricultura, y comercio (GAD Pichincha 2012: 115) (Gobierno de Rumiñahui 2015: 10).

Rumiñahui cuenta con un patrimonio tangible e intangible de vital importancia, no solo para el Cantón sino de remembranza nacional, por la presencia de haciendas, su centro histórico y, sus costumbres y tradiciones propias, las mismas que hacen que visitantes nacionales y extranjeros acudan a sus atractivos turísticos. A esto, cabe anotar que su potencial turístico no solo se valora por la belleza sino también por la importancia ecológica que presenta su naturaleza, dentro de lo que se puede destacar sus cascadas, ríos, elevaciones y áreas protegidas, las mismas que tienen importancia ambiental y biológica, lo cual aporta a la presencia de zonas de vida silvestres y formaciones vegetales, las mismas que tienen un efecto positivo en su ecosistema. En este sitio, de clima ecuatorial meso térmico húmedo, ecuatorial frío húmedo y páramo, la temperatura oscila entre 6 a 16° C y, su altitud va desde los 2.435 hasta los 4.000 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) (GAD Pichincha 2012: 116) (Gobierno de Rumiñahui 2015: 11).

En el caso específico del área de estudio, es decir la Hacienda el Prado, ubicada en el sector Selva Alegre de la parroquia de Sangolquí, en donde funciona el Campus del Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA) de la Universidad Nacional del Ejército (ESPE) a una latitud de -0,383333, una longitud de -78.4167 y una altitud de 2.748 msnm (Quezada, 2011:20); se identifica un piso altitudinal montaña bajo, un región latitudinal templado, una zona de vida de bosque húmedo, dentro de una clasificación bioclimática húmedo – temperado, con una temperatura de 14 °C (promedio anual), una precipitación anual alrededor 1.300 mm/año, y humedad relativa promedio del 69,03 % (promedio anual) (Poza, 2010: 16). En este sitio, las lluvias presentan un régimen bimodal, en el cual, el período lluvioso se presenta en octubre y mayo, existiendo además un déficit hídrico en julio y agosto (Arce, 2009: 18).

En el caso de estudio, la Hacienda el Prado presenta un amplio inventario forestal, concentrado en 113 Ha de bosque de eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), en el que 72,32 Ha corresponden a pendiente alta y 40,68 Ha a pendiente leve dentro de lo cual se encontraron 3.167 árboles de eucalipto, específicamente en las 29 parcelas inventariadas (Álvarez y Casamín, 2013: 25),

Por otro lado, se contabilizaron 1.845 unidades vegetales diferentes al eucalipto, entre árboles y arbustos, distribuidas en 31 especies y 24 familias botánicas; de las cuales las 5 más importantes fueron *phyllanthus salviifolius* con 581 unidades, *piper sp.* con 304 unidades, *rubus adenotrichos* con 154 unidades, *oreopanax ecuadorensis* con 116 unidades y, *monnina obtusifolia* con 101 unidades. En este caso, las más abundantes fueron provenientes de la familia asteraceae con 250 unidades y las más ricas fueron las familias *astereraceae* y *rosaceae* con 3 especies cada una (Álvarez y Casamin; 2013: 50). Existe una gran variedad de especies endémicas, es decir que tiene una amplia riqueza biológica, dentro de las cuales las más destacadas son: *oreopanax ecuadorensis*, *prunus serotina*, *phyllanthus salviifolius*, *baccharis latifolia*, *monnina obtusifolia*, *dalea coerulea* y *salvia quitensis* (Álvarez y Casamin, 2013: 54).

Bienes y Servicios Ambientales

Para determinar los bienes ambientales del bosque de la Hacienda el Prado, se toma de base el inventario forestal los individuos de *eucalyptus globulus* de Álvarez y Casimín (2013), en el que se ha usado un muestreo aleatorio estratificado, agrupando a las unidades con condiciones similares en dos estratos (pendiente leve y alta), buscando que dichas unidades de muestreo que conforman los estratos sean lo más homogénea posible y entre estratos lo más heterogénea. De esta manera, se contabilizaron y clasificaron los árboles existentes en 29 parcelas de 1.000 m² cada una; se determinó la riqueza, abundancia y diversidad de la vegetación mediante la recolección de las especies para su posterior reconocimiento y descripción, con la ayuda de un experto del herbario nacional; y, finalmente, se procedió al conteo y etiquetado de las especies vegetales existentes. Además, se determinó el número de especies vegetales arbóreas y arbustivas diferentes al eucalipto en las 29 parcelas.

Como se lo mencionó anteriormente, el área total del bosque de la Hacienda el Prado donde se realizó el estudio fue de 113 Ha, con pendiente leve y alta, en la cual se contabilizaron 3.167 individuos de *eucalyptus globulus* en 29.000 m² de bosque; determinando 1.419 unidades brizales³ (que representa el 44,39%), 397 unidades latizales⁴ (que representa el 12,42%) y 1.351 unidades fustales⁵ (que representa el 42,33%). Asimismo, se identificó unidades distintas al eucalipto, en un registro de 1.845 especies vegetales distribuido en 31 especies pertenecientes a 24 diferentes familias botánicas; y, se identificó otras especies nativas que no fueron contabilizadas por no encontrarse dentro de las 29 parcelas inventariadas. En este caso, el detalle de las parcelas por número de unidades de eucalipto se pueden observar en el siguiente gráfico (Álvarez y Casamin, (2013: 63):

Cuadro 2.2 Número total de árboles en la Hacienda el Prado

Nº de Parcela	Tipo de pendiente	Nº individuos	Nº brizales	Nº latizales	Nº fustales	Volumen total (Ha)
1	baja	232	176	2	54	67,56
2	baja	58	22	3	33	33,55
3	alta	62	1	16	45	19,77
4	alta	43	1	5	37	47,45
5	alta	58	8	6	44	35,99
6	baja	30	10		20	38,34
7	alta	184	75	58	51	43,43
8	alta	85	14	51	20	38,34
9	baja	52	0	1	51	40,51
10	baja	61	6	9	46	45,13
11	baja	162	117		45	85,57
12	baja	340	250	40	50	49,69
13	alta	98	30	2	66	76,15
14	baja	81	39	7	35	51,74
15	baja	22	3	5	14	33,12
16	alta	112	44		68	75,86
17	alta	295	172	51	72	42,23
18	baja	84	44		40	50,37
19	baja	104	35	6	63	76,59
20	baja	29	6	8	15	29,05
21	baja	79	27	27	25	47,49
22	alta	184	106	51	27	22,20

³ Árbol de muy poca edad y de un tamaño inferior a la altura de las rodillas.

⁴ Árboles jóvenes

⁵ Árboles con DAP superior a 10 cm

23	alta	220	103	28	89	61,27
24	alta	37	12	7	18	8,92
25	alta	130	42	2	86	106,47
26	alta	93	26	1	66	121,42
27	alta	61	8	7	46	49,40
28	alta	68	15	2	51	71,93
29	baja	103	27	2	74	62,69
TOTAL		3.167	1.419	397	1.351	1532,23

Fuente: Álvarez y Casamin, 2013

Elaboración: Álvarez y Casamin, 2013

De las 1.845 unidades distintas al eucalipto, la más abundante fue la familia asteraceae con 250 individuos y las más ricas fueron las familias astereraceae y rosaceae con 3 especies, respectivamente. Las especies nativas que no fueron contabilizadas, pero que se encuentran distribuidas en grandes zonas y caminos del bosque son: *biden striplinervia*, *hypochaeris sessiliflora*, *brugmansia sanguínea*, *datura stramonium*, *solanum nigrescens*, *mimosa albida*, *epidendrum jamiesonis*, *castilleja arvensis*, *sida rhombifolia*; y, están tipificadas dentro de siguientes familias: *cactaceae*, *amaranthaceae*, *fabaceae*, *convolvulaceae*, *scrophulariaceae*, *solanaceae*, *leguminosae*, *oxalidaceae*, *malvaceae*, *fabaceae*, *solanaceae*, *orchidaceae*, *asteraceae*, *dioscoreaceae*, *haloragaceae* y *juglandaceae*. En definitiva, además de identificar una plantación forestal por árboles de eucaliptus globulus se observan especies nativas como (Álvarez y Casamin, 2013:57).

De los 1.351 árboles con Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) mayor a 10 cm, el mayor porcentaje (31,53%) oscilaba entre los 20 a 30 cm de diámetro y solamente el 0,07 % tuvieron diámetros entre 90 a 100 cm; en este caso, el DAP promedio fue 29,61cm. En cuanto a las clases de altura, alrededor de 233 individuos tuvieron alturas entre 10 y 20 m en parcelas con pendiente alta, mientras que, 42 individuos presentaron alturas entre 10 y 20 m en parcelas con pendiente media. La menor cantidad de árboles presentes tuvieron alturas superiores a 40 m en los dos tipos de pendientes. Hay que acotar, que el número de árboles, es superior en zonas con pendiente alta, que en zonas con pendiente baja, mientras que el DAP, la altura total, el área basal y el volumen total fue mayor en zonas con pendiente leve, que en las zonas con pendiente alta (Álvarez y Casamin, 2013: 90).

Beneficios y Riesgos del Eucalipto

Aproximadamente un 40% de los árboles plantados en tierras tropicales tienen origen australiano, y se trata, en su mayoría, de eucaliptos. Generalmente, las plantaciones extensas son utilizadas para la producción de pasta de madera o carbón vegetal con fines industriales, aunque los eucaliptos pueden ser utilizados para una diversidad de usos. Una gran cantidad de esos árboles también son plantados en hileras únicas bordeando carreteras, vías de navegación o en los linderos de los campos agrícolas. Cuando los eucaliptos son plantados en forma de árboles aislados, hileras de árboles o pequeñas arboledas los efectos ecológicos pueden variar de los observados en la plantación en bloques de grandes proporciones (Anón, 1992:89).

Los beneficios de las plantaciones de eucalipto (Anón, 1992:110) se pueden resumir en lo siguiente:

- Su cultivo es sencillo.
- No son de interés alimenticio para los animales que pastan haciéndolos fáciles de proteger.

- Alta tolerancia a terrenos de bajo contenido de nutrientes interno (requieren pocos fertilizantes).
- Resistentes a períodos de sequía.
- Presentan rapidez en el rebrote.;
- Óptimos para la fabricación de papel gracias al aporte de fibra corta de calidad superior;
- Aportan buen carbón vegetal.
- Permiten el establecimiento de cortavientos, control de la erosión, recuperación de tierras y establecimiento de drenajes.
- Permiten la producción de valiosos productos no forestales como miel y esencias, es por ello que en muchos países son considerados perfectos tanto para los bosques rurales como para las plantaciones de mayores dimensiones.

Sin embargo hay ciertos puntos críticos y controversias acerca de los efectos no tan positivos de este tipo de plantaciones.

En relación al agua, los eucaliptos tienen la capacidad de interceptar cantidades de agua variable determinada por la superficie en que puede retenerse el agua y la disposición de las hojas en la cubierta de copas. Por otro lado, en los climas semiáridos los eucaliptos reducen la cantidad de agua que penetra en las reservas hídricas del suelo en mayor medida que las zonas abiertas desprovistas de árboles. Además, si se plantan bloques de grandes dimensiones de eucaliptos de crecimiento rápido, especialmente en terrenos que anteriormente carecían de árboles, se reduce el aporte de agua y descende el nivel hidrostático. En las regiones más secas, los eucaliptos compiten enérgicamente por el agua con la vegetación autóctona (Anón, 1992: 90).

En zonas áridas, los eucaliptos pueden impedir la formación de una capa inferior de suelo, que podría a su vez estabilizar la superficie del terreno, debido a la competencia por el agua o la luz, o la baja producción de hojarasca. La eliminación de la hojarasca y de la protección de las existencias debajo de los árboles puede incrementar la erosión. Las ventajas y desventajas generadas por la plantación de eucaliptos con el propósito de combatir la erosión dependen de las condiciones locales y del uso a los cuales estarán destinados los árboles. Eventualmente, los eucaliptos se utilizan como cortavientos, deteniendo la erosión del viento. Estas consideraciones pueden aplicarse por igual a todos los eucaliptos en general (Anón, 1992:99).

Se ha discutido acerca del empobrecimiento de los suelos con la plantación de eucaliptos, especialmente con la práctica repetida, debido a la pérdida de nutrientes generada por la explotación maderera así como a la mayor escorrentía y erosión del suelo. Sin embargo, los eucaliptos pueden incrementar el estado de los nutrientes del suelo cuando se plantan en sitios degradados o deforestados, debido a su capacidad de penetrar en capas que anteriormente eran impermeables y extraer nutrientes de las capas profundas del suelo. Como es natural, si se efectúan extracciones muy repetidas, también se eliminan los nutrientes (Anón, 1992:99).

La velocidad de eliminación de nutrientes depende de los métodos de ordenación y explotación a que están sujetas las plantaciones. A pesar de ello, al parecer los eucaliptos son más eficientes que la mayoría de las especies arbóreas por lo que se refiere a la restitución de nutrientes al suelo a través de las hojas caídas, y a la extracción de nutrientes hacia la superficie desde las capas profundas del suelo. Los hechos apuntan además a un mayor enriquecimiento del suelo bajo la presencia de eucaliptos en comparación con otros árboles forestales, especialmente en sitios degradados, gracias a un mayor contenido de materia orgánica del suelo. Los efectos benignos y beneficiosos de los eucaliptos

en los nutrientes y la materia orgánica del suelo son especialmente pronunciados en los lugares de escasa fertilidad. Si se explotan antes de 7 años, la mayor proporción de albura da lugar a una mayor extracción de nutrientes y en estos casos desaparecen las ventajas que poseen los eucaliptos frente a otras especies arbóreas en relación con los nutrientes. El efecto de los eucaliptos en la fertilidad del suelo dependerá del estado previo del suelo antes de la plantación, velocidad de crecimiento y los intervalos entre extracciones (Anón, 1992:99).

Servicios Ambientales del Bosque de la Hacienda el Prado.

Los servicios ambientales sostienen y satisfacen necesidades concretas de la población humana para un fin, mediante sus componentes, procesos, beneficios y potencialidades naturales que brindan los ecosistemas y las especies que los conforman, sean estos que contribuyan al desarrollo productivo (como materia prima, insumo o producto final); o a su vez aporte a la regulación y protección ambiental, a la satisfacción personal o a otro tipo de aprovechamiento. Las funciones de protección de los recursos forestales contribuyen a los esfuerzos de conservación del medio ambiente aportando en gran medida a diferentes aspectos intersectoriales, por lo cual es necesario observar los distintos servicios ambientales que el bosque de eucalipto de la Hacienda el Prado ofrece en base al planteamiento de la clasificación TEEB mediante sus cuatro grupos de servicios, a continuación:

1. Servicios de Aprovisionamiento

Alimentos

Los bosques proporcionan una amplia gama de productos directos, madereros y no madereros; puesto que de ahí se pueden obtener alimentos, insumos medicinales, agua y materia prima, considerando las diferentes propiedades físicas, mecánicas y de apariencia. Para el caso del eucalipto, el mismo promueve la biodiversidad debido a que por sus propiedades intrínsecas no elimina a otras plantas, árboles u otra tipo de existencia silvestre, por lo que vive en armonía con otros recursos; y, es la acción del ser humano la que destruye o pone en riesgo la flora y la fauna de su entorno cuando no se toman los cuidados que se requieren. En el caso de estudio, se debe señalar, que una plantación de eucalipto tiene menor biodiversidad animal y vegetal que un bosque natural; sin embargo, crea nuevos espacios naturales para el desarrollo de la vida vegetal y animal (Clavijo, 2015:20).

Los distintos servicios alimenticios destinados para que puedan ser ingeridos por los humanos, que se proveen de manera directa o indirecta, dentro del bosque de la Hacienda el Prado, se enmarcan en algunas variedades de verduras, hortalizas, legumbres y frutos secos; frutas principalmente el taxo, el limón y la guagra manzana; y, de forma complementaria el bosque como tal apoya como proveedor de recursos para las distintas actividades pecuarias de la zona que generan productos vacunos, bovinos, porcinos, ovinos, de avicultura, de apicultura como carne, huevos, leche, queso, mantequilla, nata, yogurt, y miel; y, agrícolas y agroindustriales para la producción de semillas, raíces, coco, turba, pomina fina, alfalfa, algodón, amaranto, anís, arroz, avena, berro, cebada, centeno, chocho, chulco, coquitos, frejol, haba, hierva mora, higuera, kikuyo, lenteja, lotus, maíz, maní, quinua, trigo, maíz, papa, arveja, guabo, tomate, grasas y aceites (Clavijo, 2015:22). Hay que señalar que el pasto del bosque y algunas especies de vegetación sirven para alimentar al ganado por parte de los pobladores.

Materia prima

El eucalipto es considerado como un gran activo industrial ya que presenta grandes ventajas como materia prima versátil y renovable, debido a que provee recursos directamente para el complemento de actividades agropecuarias, oferta madera para celulosa de fibra corta de alta calidad por su tasa de crecimiento y productividad, ofrece materia prima de calidad y menor costo para la producción de ciertos productos como el papel y el cartón, provisiona biomasa que sirve como fuente de energía renovable y, permite gran variedad de usos y aplicaciones rentables y sostenibles. Entre las distintas ventajas del eucalipto frente a otras especies se destaca que se necesita menos madera para fabricar más productos; por ejemplo: con la misma cantidad de eucalipto y pino, se podría producir 7.500 rollos de papel higiénico para el primer caso, frente a 3.700 rollos de papel higiénico para el segundo caso (Grupo Empresarial ENCE, 2009: 2).

En general, de esta especie vegetal se puede obtener, folios, cartulinas de colores, libros, revistas, carteles, papel higiénico, pañuelos de papel, rollos de cocina, rollos de taller, billetes, cheques bancarios, entradas de fútbol, de cine y de teatro, etiquetas de botellas, etiquetas de ropa, papel para cigarrillos, cajas de productos de consumo, envoltorios de tabletas de chocolate, cajas de galletas, pañales, compresas, cajas de medicinas, cajas de juguetes, cajas de ordenadores o de máquinas de fotos, filtros de automóvil, bolsas de té, otros tipos de filtros, textil, acetatos, placas base para ordenadores, pólvora para explosivos, madera para construcción, tableros, tarimas, muebles, árboles ornamental para parques, jardines o entorno urbano, usos medicinales, caramelos, jabones, esencias, vestuario, productos sanitarios, gasas, entre otros (Grupo Empresarial ENCE, 2009: 6).

El bosque de la Hacienda el Prado provisiona materia prima principalmente destinada al mantenimiento de la infraestructura productiva y de enseñanza del IASA y su granja. En este caso, se identifican materias primas como: leña para carbón vegetal, techos para chozas, postes para lotizar, cercar o impedir el paso de animales, paletas, molduras y palancas para varios usos, arreglos o adornos naturales, productos de aserradero y aglomerados. Por otro lado, se identifica áreas en las que se ha dado procesos de deforestación que han tenido como fin generar muebles, pasta de papel y otros productos industriales. La Hacienda el Prado cuenta con invernaderos automatizados con secciones de laboratorio de biotecnología y sistema hidráulico, el área de aeroponía, el área de plantas y el área de hidroponía (Clavijo, 2015:22).

Agua

El eucalipto es eficiente en el uso del agua lluvia puesto que, la consume en una parte relativamente pequeña, la evapora directamente en una tercera parte y, el restante, la desliza por el suelo hacia los desagües naturales para ser utilizada por los árboles y plantas en sus funciones biológicas, aunque en ese proceso se pierde una parte por un proceso de infiltración profunda y evaporación. Parte de esa agua es enviada de nuevo a la atmósfera a través de las hojas, en el que la vegetación participa en dicho ciclo. A pesar de que su especie es de rápido crecimiento y alta productividad y por ende necesita más agua que otras de crecimiento lento, no se destaca por ser un árbol con elevado consumo de agua; al contrario, tiene un consumo de agua más eficiente en la producción de biomasa y su balance es mejor que el de otras especies y bastante mejor que el de cualquier cultivo agrícola (Grupo Empresarial ENCE, 2009: 5).

El eucalipto favorece a la recarga de los acuíferos y la circulación del sistema en su conjunto, por la forma de su copa, de sus ramas y de sus hojas, lo cual permite que llegue más agua al suelo que otras

especies. Así también, el eucalipto aprovecha el agua de la niebla que gotea al suelo desde las hojas, debido a su posición vertical de las hojas, su cera natural que la recubre, su forma acanalada y sus las ramas ligeras y flexibles que permite un movimiento pendular. Además, por tratarse de una especie con raíces superficiales, de menor longitud que las de algunas especies autóctonas de su entorno, el eucalipto no deseca los acuíferos profundos y adapta su consumo de agua a la disponibilidad de ésta; de esta forma, en condiciones de escasez su eficiencia es parecida a la de especies autóctonas (Grupo Empresarial ENCE, 2009: 5).

A nivel de la regulación hídrica, no se ha identificado estación hidrométrica alguna dentro del sistema hidrográfico del Cantón Rumiñahui, en lo que a hidrologías se refiere; sin embargo, a nivel cantonal Rumiñahui tiene una superficie de 13,500 Ha y está constituido por los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro. En lo pertinente al estudio, el bosque está relacionado con el margen izquierdo de la cuenca baja del río Pita donde se encuentran las alternativas de San Francisco y Hacienda El Prado y la cuenca media del Río Santa Clara donde se encuentra la alternativa El Carmelo y el Sector de Runaurcu, adyacente a la Quebrada de San Agustín, que conforma la cuenca alta del Río San Nicolás, donde se localiza la alternativa Pullincate (Iñiguez, 2007:28).

Recursos Medicinales

A parte de los beneficios a la salud que tiene de por sí un bosque para generar un ambiente sano hacia su entorno; de forma directa se pueden obtener unos recursos medicinales y de forma indirecta por el ecosistema que protege obtener otros recursos medicinales. En el caso de los bosques de eucalipto, por sí solo sus unidades tienen amplias propiedades curativas y terapéuticas para combatir infecciones respiratorias como descongestionante nasal y antiséptico, para contrarrestar problemas bronquiales y pulmonares, para disminuir dolores musculares, de articulaciones y de jaquecas como antiinflamatorio, para usarse como antihelmíntico y astringente y, para mitigar otras afecciones mediante sus propiedades: expectorante, estimulante, purificante, fluidificante, urogenital cicatrizante, broncodilatador, tonificante, hipoglucemiante, mucolítico, sudorífico, balsámico, febrífugo y antireumático. (Cascante, Ramírez y Jiménez, 2010:20).

El eucalipto Sus usos se dan mediante, la utilización directa de la hojas y los frutos; en forma de aceite o ungüento; a través de pastillas, caramelos, inhalantes, infusiones, jarabes o en vaporizaciones; entre otros. Sirve para las eccemas, heridas, irritación cutánea, vulvovaginitis, asma bronquial, bronquitis, cistitis, diabetes ligera, faringitis, gripe, fiebres intermitentes, halitosis, resfriado, rinitis, sinusitis, traqueítis, infecciones bucales, mal aliento, diabetes y para infecciones bacterianas y virales. Adicional a esto, el carbón vegetal de la madera de eucalipto es un remedio recomendado tanto para intoxicaciones accidentales por veneno o por alimentos en mal estado actuando como un antídoto; como para contrarrestar la colitis, la diarrea, la disbacteriosis o las fermentaciones intestinales (Cascante, Ramírez y Jiménez, 2010: 22).

En el entorno del bosque de eucalipto de la Hacienda el Prado se puede identificar algunas variedades de plantas medicinales como: el piper sp. o cordoncillo (sirve para curar afecciones de la piel, controlar el aparato digestivo ante dolor, falta de apetito, estreñimiento, diarrea e inflamación, disminuir la inflamación vaginal, acelerar el parto y como remedio para la bronquitis, tos y bajar la fiebre), la rubus adenotrichos o zarzamora (sirve para controlar la diarrea, desinflamar las anginas, para dolor de oído, como antiinflamatorio, para reducir las ronchas del sarampión y para el tratamiento

de la diabetes), el *oreopanax ecuadorensis* o pumamaqui (sirve para controlar el resfrío), el *monnina obtusifolia* (sirve como fungicida, antitumoral y antipirreatico) y el *baccharis latifolia* o chilca del campo (sirve para controlar las infecciones y dolores de estómago) (Cascante, Ramírez y Jiménez, 2010:22).

2. Servicios de regulación

Secuestro y almacenamiento de carbono

El eucalipto por las propiedades naturales como árbol, la velocidad en su tasa de crecimiento, su capacidad de renovación y la densidad de su madera, es muy eficiente en la captura de CO₂, fijación de carbono y generación de oxígeno comparado con otras especies forestales. Las plantaciones forestales de eucalipto actúan como pulmones de reserva del planeta y este potencial se multiplica de forma exponencial ya que su tasa de crecimiento es alta en comparación a otras especies forestales

Cuadro 2.3 Fijación de CO₂ de diferentes especies forestales

	Eucalipto	Castaño	Pino marítimo	Pino silvestre	Encina
Toneladas de CO₂/año/pie	0,1359	0,0681	0,0366	0,0291	0,0254

Fuente: Montero, Ruiz-Peinado y Muñoz, 2005

Elaboración: Stefanya Cargua

Hay que indicar, que la tasa de fijación de carbono de las plantaciones de eucalipto rejuvenece en cada tala, mientras que decrece con la edad. Por tanto, los árboles de cultivos forestales, no sólo captan más CO₂ y producen más oxígeno, sino que permiten extraer y volver a renovar hasta tres veces su mayor potencial (Grupo Empresarial ENCE, 2009: 17).

En el país se ha generado importante normativa dentro de la legislación vigente con el fin de limitar la cantidad de emisiones de carbono provocadas por el sector industrial, promoviendo el interés de la oferente y consumidores de productos. “En la Hacienda el Prado, como ente educativo y prestador de servicios eco sistémicos, se lleva a cabo continuamente proyectos dirigido a vigilar y de esta forma reducir la huella de carbono en los suelos de la localidad y más allá de sus fronteras”. Uno de esos proyectos, planteó la determinación de la Huella de Carbono en el Sistema de Tratamiento de Agua Potable Mica Quito Sur en el 2014, el cual buscaba el carbono neutralidad ante la problemática del calentamiento global, con lo que se planteó identificar y cuantificar las fuentes de emisiones de GEI, sus sumideros y el potencial de remoción, concluyendo que la huella de carbono se llega a neutralizar en su totalidad por el manejo de la EPMAPS y los beneficios del bosque (Romero, 2014).

En 2008 se realizó un estudio cuyo propósito fue el de monitorear las emisiones de combustión en fuentes fijas en industrias del Cantón Rumiñahui. Como resultado, evidenciaron que las industrias del sector, en su mayoría, carecían de medios para realizar un muestreo apropiado, y así mismo era ausente la iniciativa para organizar una planificación seria para tratar dichos problemas. También concluyen que las correcciones de la fuente de emisión pueden ser el mejor método para disminuir el

daño y el funcionamiento necesarios de un sistema de tratamiento. De esta manera la Hacienda El Prado contribuye y hace aportes al sector donde se encuentra ubicado y zonas aledañas, aportando información y aplicando estrategias para reducir el efecto de la huella de carbono en los suelos, mediante la investigación, análisis situacional y vigilancia de los efectos deletéreos en el ambiente (Heredia, 2008:28).

Regulación del clima local y la calidad del aire

Las regulaciones de la temperatura están relacionadas directamente con lo que está ocurriendo con el medio ambiente. En este caso, la precipitación y otros procesos biológicos climáticos a niveles local y global, se puede identificar en distintos entornos; por lo tanto, los ecosistemas y en el caso particular de los bosques no solo proporcionan sombra e influyen en las precipitaciones y en la disponibilidad de agua, sino que influyen en la calidad del aire reduciendo la temperatura local del aire disminuyendo las temperaturas extremas y regulan la calidad del aire eliminando los contaminantes en la atmósfera, como se señaló anteriormente. En este caso, el bosque de eucalipto de la Hacienda el Prado, tiene un efecto de regulación beneficioso para la ciudad de Sangolquí y los entornos cercanos (Heredia, 2008:28).

Se ha identificado una precipitación multianual del agro sistema de la Hacienda de 1.325,26 mm entre 2010 y 2014. Asimismo, la evaporación ambiental se presentó entre los 1,20 y 1,75 mm, mientras que la humedad relativa promedio anual se encontró entre 64,79 y 66,00 % y la temperatura media se identificó entre 14,19 y 14,45 °C. Estas variaciones tienen un efecto fundamental en algunos de los productos que se generan en la Granja del IASA. Por ejemplo: Según Torres (1984) es evidente que existe una relación directamente proporcional entre las variables climáticas mencionadas (Boletín Técnico 12, 2015: 3); por lo que sería pertinente decir que las condiciones del IASA frente a otras fincas son más favorables para la producción de leche y sus derivados, que las condiciones climáticas enunciadas por Richards, 1973 y Da Silva, 2006 (Boletín Técnico 12, 2015:12).

Moderación de eventos externos y, tratamiento de efluentes

Moderación de eventos extremos: Los eventos climáticos extremos o peligros naturales incluyen inundaciones, tormentas, tsunamis, avalanchas y deslizamientos de tierra. Los ecosistemas y los organismos vivos crean amortiguadores contra los desastres naturales, evitando así posibles daños.

“Entre los bienes y servicios que ofrece el bosque, debe valorarse su acción de mitigación ante los riesgos naturales y/o antrópicos 1.133,23 Km² de bosque en el Ecuador, ubicados en zonas de alto riesgo, deben ser manejados con ese propósito”. (Barrantes, Chaves y Vinuesa, 2010: 23)

Tratamiento de aguas residuales: Los ecosistemas, como los humedales, filtran tanto los desechos humanos como los animales y actúan como amortiguadores naturales del medio ambiente circundante. A través de la actividad biológica de los microorganismos en el suelo, la mayoría de los residuos se descomponen. De este modo se eliminan los patógenos (microbios causantes de enfermedades) y se reduce el nivel de nutrientes y la contaminación.

Prevención de la erosión y calidad de suelo

Prevención de la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo: La erosión del suelo es un factor clave en el proceso de degradación de la tierra y desertificación. La cubierta de vegetación

proporciona un servicio de regulación vital evitando la erosión del suelo. La fertilidad del suelo es esencial para el crecimiento de las plantas y la agricultura y el buen funcionamiento de los ecosistemas suministran al suelo los nutrientes necesarios para apoyar el crecimiento de las plantas.

El eucalipto no degrada los suelos, sino más bien los mejora, debido a que no aporta sustancias tóxicas para el suelo. En este ámbito, los residuos después de un proceso biológico natural (cuando se trituran e incorporan al suelo) o extractivo (cuando se extrae ramas, hojas secas, cortezas y cáscaras), los restos quedan como componentes químicos que actúan como nutrientes y presentan una relación más equilibrada o inferior de ácidos que muchas especies autóctonas o de otras especies de cultivo forestal o agrícola.

“Una vez establecidos los árboles y la cobertura vegetal subyacente, las plantaciones protegen al suelo igual y en ocasiones mejor, que una cobertura de árboles naturales. En este punto es conveniente destacar la importancia de las buenas prácticas silvícolas para lograr lo anterior; buena preparación del suelo y el uso de la densidad y distribución adecuadas” (Guerinot y Salt., 2001 citado en Martínez Rosa, Azpíroz Hilda, Rodríguez José Cetina Victor y Gutiérrez M 2006: 824)

Frente a esto, las plantaciones de eucalipto sobre terrenos desnudos mejoran su fertilidad en regiones mediterráneas y subtropicales, presentando mejor balance que los pinos y muchas especies tropicales. Estudios científicos demuestran que un eucalipto no degrada el suelo, no disminuye las reservas de nutrientes, no destruye la micro flora, no provoca la aparición de estratos impermeables (que inundarían los suelos impidiendo su aireación), ni daños en la flora y fauna microscópicas. Por otro lado, como manto vegetal, protege los suelos de la erosión causada por la lluvia y regula el flujo del agua, contribuyendo a evitar crecidas y regímenes fluviales torrenciales.

Polinización

La polinización es necesaria para la producción de alimentos ya que relaciona la producción agrícola con los servicios ambientales de los ecosistemas. La gran mayoría de plantas poseen semillas, los animales polinizadores transportan esta semilla y se esparce por diferentes lugares, logrando que la especie llegue se multiplique. Si no se realiza este proceso muchas especies y procesos eco sistémicos dejarían de existir (FAO, 2014: 10).

Control biológico

Control biológico: Los ecosistemas son importantes para la regulación de plagas y enfermedades transmitidas por vectores que atacan a plantas, animales y personas. Los ecosistemas regulan las plagas y las enfermedades a través de las actividades de depredadores y parásitos. Aves, murciélagos, moscas, avispa, ranas y hongos actúan como controles naturales.

3. Servicios de hábitat o soporte

Hábitats para especies

Hábitats para especies: Los hábitats proporcionan todo lo que una planta o animal necesita para sobrevivir: alimentos; agua; Y refugio. Cada ecosistema proporciona diferentes hábitats que pueden ser esenciales para el ciclo de vida de una especie. Las especies migratorias, incluyendo aves, peces, mamíferos e insectos, dependen de diferentes ecosistemas durante sus movimientos. (Klein et al., 2007:45).

Las plantaciones forestales tienen como objetivo principal obtener una alta productividad, es decir, lograr el crecimiento más rápido posible del árbol, y obtener la máxima cantidad de madera y biomasa ocupando el menor espacio posible. Las plantaciones se efectúan en zonas forestales, principalmente en suelos sin cubierta vegetal, degradados o inutilizados. Las plantaciones de eucalipto no son, por lo tanto, invasoras de espacios naturales, sino al contrario, tienen carácter protector. La terminología invasora es peyorativa. El eucalipto es una especie que tiende a expandirse, pero no es dañina para otras especies ni desequilibra el medio. Tiene capacidad de rebrote y germinativa, al igual que otras muchas especies como el chopo o el pino, por ejemplo. Es colonizadora, pues se instala con facilidad en un terreno vacío o libre. Una plantación puede ejercer las funciones de área protectora frente a la contaminación, agentes nocivos o incendios forestales.

Varias especies animales y vegetales se han adaptado a los cambios antrópicos del hábitat (Pozo et al., 2006). La humedad relativa, y la temperatura de la zona son las variables más importantes que influyen significativamente en la diversidad de y especies vegetales y animales de la zona. En estudios realizados sobre la fauna y otros mamíferos por tres años (Pozo et al., 2006). Se han registrado varias especies de estos animales lo que cierto tipo de diversidad animal se adapta a vivir en bosques de eucalipto. Existe en el mundo una diversidad entre 500 y 600 especies de Eucalipto, sus maderas tienen a su vez diferentes propiedades físicas, mecánicas y de apariencia.

En relación a la fauna, hay diversidad de especies. Recientemente se ha podido determinar que hay Dieciséis especies de mamíferos, de los cuales cinco son roedores (Pozo, 2006: 12). En el IASA existe un alto grado de intervención antrópica y en otros estudios se ha reconocido que las áreas modificadas reducen significativamente la cobertura arbustiva-arbórea original y contribuye así con la desaparición de los componentes faunísticos (Pardiñas, 2004) otro factor que influye en riqueza de especies de pequeños mamíferos es el tamaño de los fragmentos boscosos (Yañez, 1999). Adicional a esto, se debe considerar el uso compartido con ganado que proporciona sombra, alimento y refugio a las reses.

En cuanto a la flora, es importante considerar el entorno en el que se identifican las 3.167 unidades de eucalipto entre brizales, latizales y fustales; y, las 1.845 unidades vegetales diferentes al eucalipto. En general, se identifican plantas silvestres, pájaros y pequeños mamíferos, reptiles o insectos encuentran un refugio natural alternativo que les protege y que antes no existía. Existen 5 especies de roedores en el IASA, a saber: *Akodon mollis*, *Reithrodontomys mexicanus*, *Thomasomys cf. rhoadsi*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus*. Además existen zorrillo (*Conepatus semistriatus*), raposa (*Didelphis albiventris*), culebras verdes. Además, y gran variedad de pájaros.

Mantenimiento de la diversidad genética

Mantenimiento de la diversidad genética: La diversidad genética es la variedad de genes entre y dentro de las poblaciones de especies. La diversidad genética distingue diferentes razas o razas entre sí, proporcionando así la base para cultivares localmente bien adaptados y un fondo genético para el desarrollo de cultivos comerciales y ganado. Algunos hábitats tienen un número excepcionalmente elevado de especies que los hace más genéticamente diversos que otros y son conocidos como "puntos calientes de la biodiversidad" (Klein et al., 2007:45).

El número total de especies de cualquier tamaño y forma de vida que vive en un área dada, se le denomina riqueza florística, puesto que un bosque es mucho más que árboles (a pesar que estos representen un alto porcentaje de la biomasa y que las demás especies dependan de los micros sitios creados por ellos). En términos genéticos, todas las especies (herbáceas, arbustivas o arbóreas) tienen el mismo valor y potencial. Sin embargo, el árbol, como unidad, posee características que pueden ser identificadas y medidas con bastante facilidad, además de que la taxonomía de las especies arbóreas es más sencilla de conocer en relación a la de la comunidad en total (DEPARTAMENTO DE FOMENTO FORESTAL, 2006:20).

“Existe una estrecha relación entre la disponibilidad de cobertura vegetal y la conservación de la biodiversidad. Entre más cobertura, mayor es la disponibilidad de nutrientes y el mantenimiento de las condiciones bioclimáticas. Esto trae como consecuencia, mayor estabilidad de las especies que se encuentran en estos ecosistemas. Esta característica les confiere una importancia especial a los bosques en términos de ingresos económicos; así, el Ecuador recibe ingentes recursos económicos para investigación de la biodiversidad” (Barrantes, Chaves y Vinuesa, 2010: 23).

4. Servicios culturales

El tema se ocupa de las contribuciones de los recursos forestales a la economía en su conjunto, por ejemplo, mediante el empleo, los valores generados por medio de los procesos de elaboración y comercialización de los productos forestales y de la energía, comercio e inversiones en el sector forestal. También afronta las importantes funciones de los bosques para hospedar y proteger sitios y paisajes de elevado valor cultural, espiritual y recreativo y, de tal modo, incluye aspectos referidos a la tenencia de la tierra, las poblaciones nativas y los sistemas de ordenación de la comunidad y el conocimiento tradicional (GREEN FACTS, 2007: 26).

La Hacienda Prado presta servicio a la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, donde se imparten carreras de Ingeniería y sus especialidades. El campus dispone de amplias áreas verdes, en donde los estudiantes además de recibir sus clases teórico prácticas, podrán recrearse y hacer deporte, también dispone de varios servicios como Biblioteca, Laboratorios, Gimnasio, Comedor, Bar, Farmacia, Dispensario Médico, Clubs Deportivos y Culturales, etc.

El paisaje ha ido cambiando últimamente en la zona, debido a la intervención humana, que ha hecho del bosque zona de pastoreo, provocando incendios, utilización de plaguicidas, etc., lo cual ha afectado en la composición y diversidad florística de la zona. En la actualidad, queda muy poco del bosque andino de la zona en parches rodeados de grandes extensiones de eucaliptos.

Recreación y salud físico – mental

De manera cotidiana se menciona la recreación como una actividad importante en la sociedad. Todos, expertos y quienes poco saben del tema, reconocen en ella un sinnúmero de beneficios y resaltan su conveniencia para las personas, razón por la cual convocan de manera permanente para que familias y grupos la vivan y disfruten de la manera que mejor lo consideren, todas aquellas experiencias que producen placer, pertenecen a la educación no formal que contribuyen en el desarrollo integral del participante, que son llevadas a cabo en su tiempo libre de forma voluntaria.

Dentro de los distintos tipos de actividades recreativas tenemos las físicas, que repercuten directamente en el crecimiento y desarrollo físico de la persona, entre las que se encuentran los

deportes, juegos y actividades físicas, pasatiempos, música, artes y manualidades, danza, drama y la recreación al aire libre, mental y social. La recreación, el esparcimiento, el deporte, finalmente tienen como objetivo contribuir a brindar bienestar, ese que se evidencia en el equilibrio de las personas y que nos permite diferenciar entre quienes se ven felices y quiénes no.

No es suficiente con tener un trabajo, una vivienda o acceso a alimentación, también son necesarios momentos que generen esas condiciones de bienestar integral en los que se mezcle de manera justa trabajo y descanso, amigos y familia, gustos personales y colectivos. En este sentido, la recreación es un factor determinante en esa calidad de vida de las personas. Entre sus atributos está el de permitirnos alcanzar equilibrio emocional y bienestar, dos factores que se reflejan en el incremento de la capacidad productiva; el fortalecimiento de la integración entre grupos familiares y sociales, en el autoestima, autonomía física y mental, independencia y confianza para asumir nuevas iniciativas de vida y, algo muy importante, ausencia de enfermedades.

Cuando no se logra ese equilibrio, cuando no buscamos esos espacios diferentes y no entendemos a la recreación como un aporte dignificante y complementario al desarrollo personal y social de los individuos, y cuando nos concentramos exclusivamente en el trabajo o en nuestros problemas personales o laborales se produce el efecto contrario. Es ahí cuando se manifiestan el estrés, la ansiedad, la depresión o se generan algunas enfermedades como gastritis, úlceras, alergias, asma, hipertensión arterial, angina, infarto, trastornos del sistema nervioso, dolores articulares crónicos, dolores musculares, calambres, entre otros.

Turismo

La Hacienda el Prado no es área donde se realiza turismo.

Apreciación estética por la cultura, el arte y el diseño

Dado que la Hacienda El Prado cuenta con amplios espacios y áreas verdes, donde se encuentran naturaleza y arquitectura se convierte en un punto de encuentro en el cual se puede apreciar el ambiente propiciado por confluencia de vegetación, espacios de trabajo donde se desarrollan las actividades forestales, académicas y científicas, con un diseño y distribución de espacios apropiada para el desarrollo de las actividades que ahí se propician.

Experiencia espiritual y sensación de placer

Al ser una zona montañosa y llena de vida vegetal, se encuentra alejada del estruendo y congestión vial propio de la ciudad. Es por ello que la estancia en La Hacienda El Prado puede ser una experiencia de paz y relajación, además de agradable vista y clima que en conjunto con la flora y fauna del lugar aporta una sensación de bienestar.

Capítulo 2: Valoración económica del servicio ambiental por captura de carbono del bosque de la hacienda el Prado, por método de precios de mercado (MDL, REDD+, Mercado Voluntario)

Los efectos globales del cambio climático son cada vez más notorios. La variación de la temperatura del aire, inundaciones, sequías, reducción de glaciares, incremento de enfermedades tropicales, son algunos de los ejemplos de dichos efectos. Por lo tanto, a nivel local, regional y mundial se plantean diferentes soluciones de adaptación y /o mitigación del cambio climático, entre ellas el pago y/o compensación por servicios ambientales (Greenpeace, 2010: 63).

Entre los ejemplos con mayor implementación a nivel mundial se encuentra el pago y/o compensación por captura de carbono, debido a que la creciente expansión urbana, agrícola y deforestación, han provocado la alteración del ciclo del carbono, acelerando y empeorando los efectos del cambio climático. Con el origen de dichos PSA y/o CSA por captura de carbono se denota la importancia de la vegetación para dicho proceso. Los bosques y los océanos son cuantitativamente los ecosistemas que realizan una mayor captura de carbono. Las plantas almacenan el carbono atmosférico en los procesos metabólicos de la vegetación (masa forestal, suelo, cubierta vegetal) mediante la fotosíntesis, para luego ser liberado ya sea por la descomposición de materia orgánica o la quema de la misma, continuando así con el ciclo del carbono (Rügnitz Tito, 2010: 51).

Por la complejidad de los diferentes procesos del ciclo de carbono y la diferencia en las características de los ecosistemas, la estimación de la cantidad de carbono almacenado se vuelve un tema complejo. Para el caso de los bosques, la información previa que debe existir para una estimación más exacta y real es un inventario forestal expresado en metros cúbicos por hectárea, ya que dicho inventario permite determinar de manera cualitativa y cuantitativa el potencial del recurso forestal. Cualitativamente al identificar la variación de la masa forestal y cuantitativamente denotando el número de especies y sus variables dasométricas ⁶por área (Pardos, 2010: 27).

De manera que, para la valoración realizada en este capítulo se tomará como base el inventario forestal realizado por Carlos Alvarez y Henry Casamin (2013:35). El mismo que fue realizado mediante la utilización de muestreo aleatorio estratificado, los dos estratos utilizados fueron pendiente leve (40.68 ha) y pendiente alta (72.32 ha). Adicionalmente el análisis fue realizado de acuerdo a Alvarez y Casamin:

Con estadística descriptiva, media, error estadístico, coeficiente de variación y diferentes técnicas de gráficos. También se realizaron gráficos de distribuciones diamétricas en función del número de árboles, del área basal y del volumen total. El software utilizado fue INFOSTAT® (2012)

El área total del bosque de la hacienda el Prado fue de 113 ha, 40.68 ha de pendiente baja y 72.32 ha de pendiente alta. Como se mencionó anteriormente los individuos de *Eucalyptus globulus* en las 29 parcelas inventariadas fueron 3167. De los cuales 1351 (42.33%) son fustales⁷. El volumen de los 3167 individuos fue de 1.532 metros cúbicos (Álvarez y Casamin, 2013: 39).

⁶ Diámetro altura del pecho, altura comercial.

⁷ DAP > 10 cm

Con los datos que se proporcionan en el inventario forestal, se puede realizar el cálculo de carbono arriba del suelo registrado en el volumen almacenado por especie y por rodal t/ha , así como el potencial de captura. A continuación se muestra la fórmula para el cálculo de carbono arriba del suelo, dicha fórmula según Ordóñez Díaz (2008: 41) es la siguiente:

$$CAER = E.R. * \delta * CC$$

Dónde:

$$CAER = \text{carbono almacenado por especie y por rodal } \frac{tc}{ha}$$

$$E.R = \text{existencias reales en } m^3/ha$$

$$\delta = \text{densidad de la madera para cada especie expresada en } t/m^3$$

$$CC = \text{contenido de carbono (valor por defecto IPCC, 2003)}$$

Los resultados de la determinación del carbono almacenado por especie y por rodal de las 29 parcelas inventariadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Determinación del CAER de las 29 parcelas inventariadas

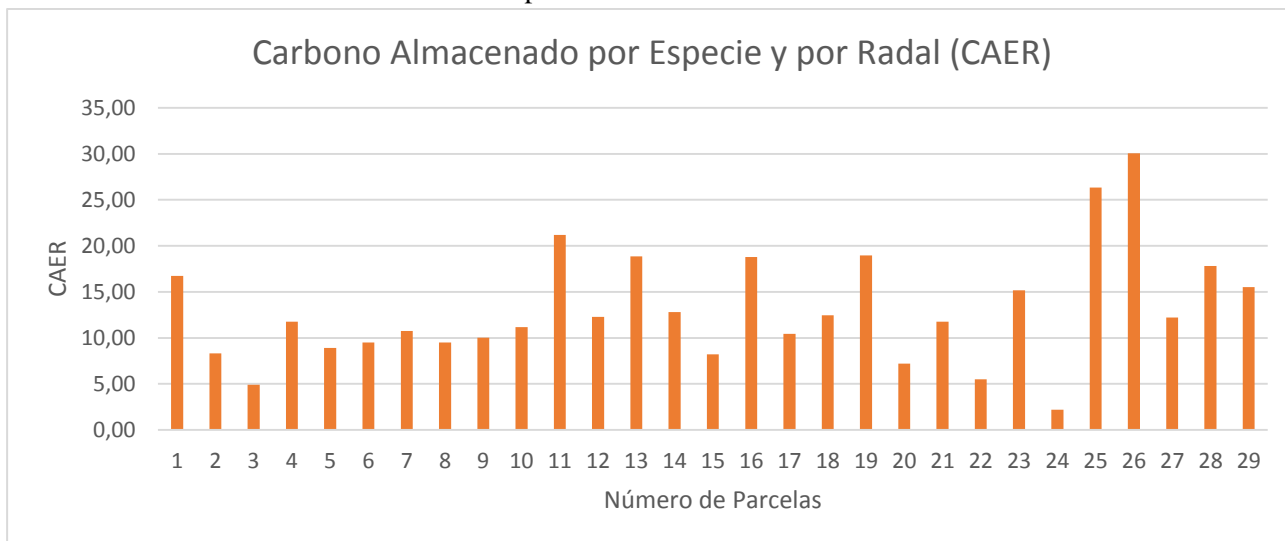
Número de Parcela	Volumen total m ³ /ha E.R.	δ	Contenido de Carbón (C.C)	Carbono Almacenado por Especie y Por Rodal (CAER)
1	67,56	0,55	0,45	16,72
2	33,55	0,55	0,45	8,30
3	19,77	0,55	0,45	4,89
4	47,45	0,55	0,45	11,74
5	35,99	0,55	0,45	8,91
6	38,34	0,55	0,45	9,49
7	43,43	0,55	0,45	10,75
8	38,34	0,55	0,45	9,49
9	40,51	0,55	0,45	10,03
10	45,13	0,55	0,45	11,17
11	85,57	0,55	0,45	21,18
12	49,69	0,55	0,45	12,30
13	76,15	0,55	0,45	18,85
14	51,74	0,55	0,45	12,81
15	33,12	0,55	0,45	8,20
16	75,86	0,55	0,45	18,78
17	42,23	0,55	0,45	10,45
18	50,37	0,55	0,45	12,47
19	76,59	0,55	0,45	18,96
20	29,05	0,55	0,45	7,19
21	47,49	0,55	0,45	11,75
22	22,20	0,55	0,45	5,49
23	61,27	0,55	0,45	15,16
24	8,92	0,55	0,45	2,21
25	106,47	0,55	0,45	26,35
26	121,42	0,55	0,45	30,05
27	49,40	0,55	0,45	12,23
28	71,93	0,55	0,45	17,80
29	62,69	0,55	0,45	15,52
TOTAL	1.532,23			379,23

Fuente: Álvarez y Casamin, 2013

Elaborado por: Stefanya Cargua

Como se puede observar en las 29 parcelas inventariadas se encuentra 379,23 toneladas de carbono almacenado, siendo las parcelas 25, 26 y 11 las de mayor cantidad de carbono almacenado, y en menor medida se encuentran las parcelas 24, 3 y 22 con valores de 2,21, 4,89 y 5,49 toneladas respectivamente, como se muestra en la siguiente figura.

Gráfico 3.1 Resultados del CAER de las 29 parcelas inventariadas

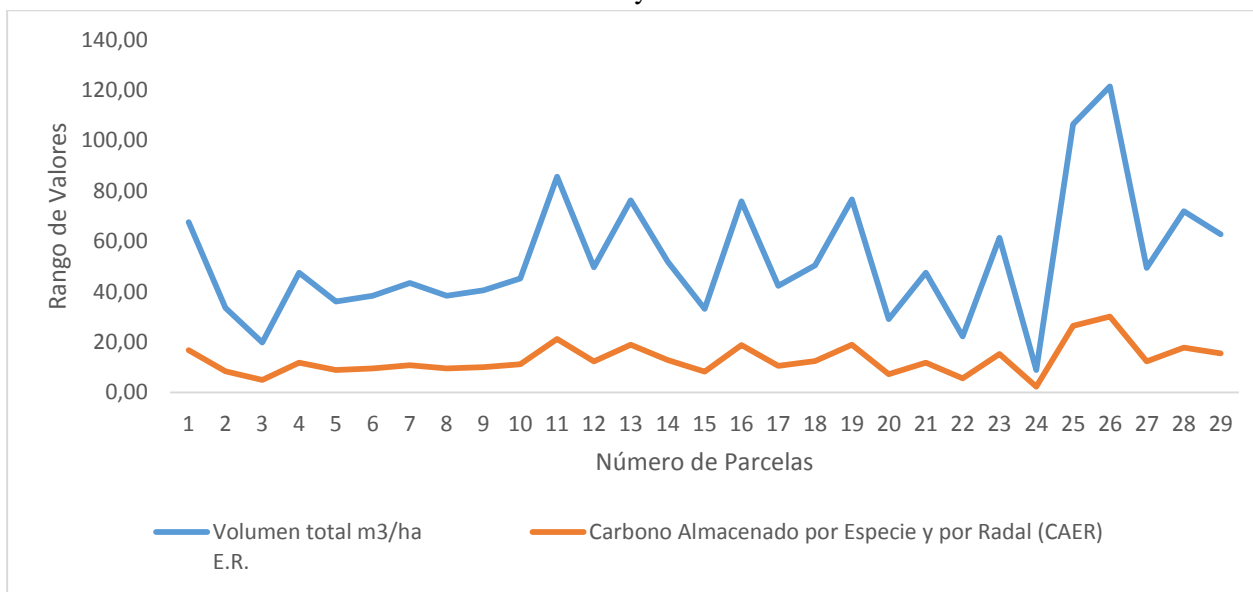


Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

A continuación se observa la relación existente entre el volumen total de m^3/ha con el carbono almacenado, mostrándose un comportamiento similar en ambos indicadores.

Gráfico 3.2 Relación entre el volumen total de m^3/ha y el carbono almacenado



Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Como se mencionó anteriormente las 29 parcelas inventariadas contienen 379,23 toneladas de carbono almacenado. Teniendo en cuenta que el área inventariada solamente corresponde a 2,9 ha de las 113 ha que conforman el bosque, se requiere determinar cuál es la media del volumen de m^3/ha del bosque, para lo cual se realizó una distribución de frecuencias de datos agrupados en clases, tomando como base la tabulación de los datos inventariados de las 2,9 ha.

Para llevar a cabo la distribución de frecuencia se empleará la regla de Sturges. La misma fue propuesta por Herbert Sturges en 1926, es una regla práctica acerca del número de clases que deben considerarse al elaborarse un histograma, el cual permite tener una vista general de la distribución de la población, o la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua, de la misma y que es de interés para el observador (como la longitud o la masa), en el caso de la presente investigación sería el rango de volumen de m³/ha en el que se encuentren el mayor número de parcelas.

Para construir una distribución de frecuencias mediante la regla de Sturges se necesita cumplir con los siguientes pasos:

Paso 1: La cantidad de clases (*k*)

Para calcular la cantidad de clases o número de intervalos necesarios para la distribución se utiliza la siguiente fórmula:

$$k = 1 + 3,322 \log N$$

Dónde:

k = Número de clases (Número redondeado)

Log = Logaritmo en base 10

N = Número de la Muestra

$$K = 1 + 3,322 * \log 10 (29)$$

$$K = 1 + 3,322 * 1,46$$

$$K = 5,83$$

$$K = 6$$

Paso 2: El rango de nuestros datos (*R*).

El rango, también llamado recorrido o amplitud total. Es la diferencia entre el valor mayor y el menor de los datos y se determina de la siguiente manera:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 121,42 - 8,92$$

$$R = 112,50$$

Paso 3: La longitud de cada clase. (*L*).

Se obtiene dividiendo el Rango para el número de intervalos, como se observa en la siguiente fórmula.

$$L = R / K$$

$$L = 112,50 / 6$$

$$L = 19,31$$

$$L = 19$$

Con la determinación del número de clases y la longitud de las mismas se confecciona el histograma, que se muestra a continuación:

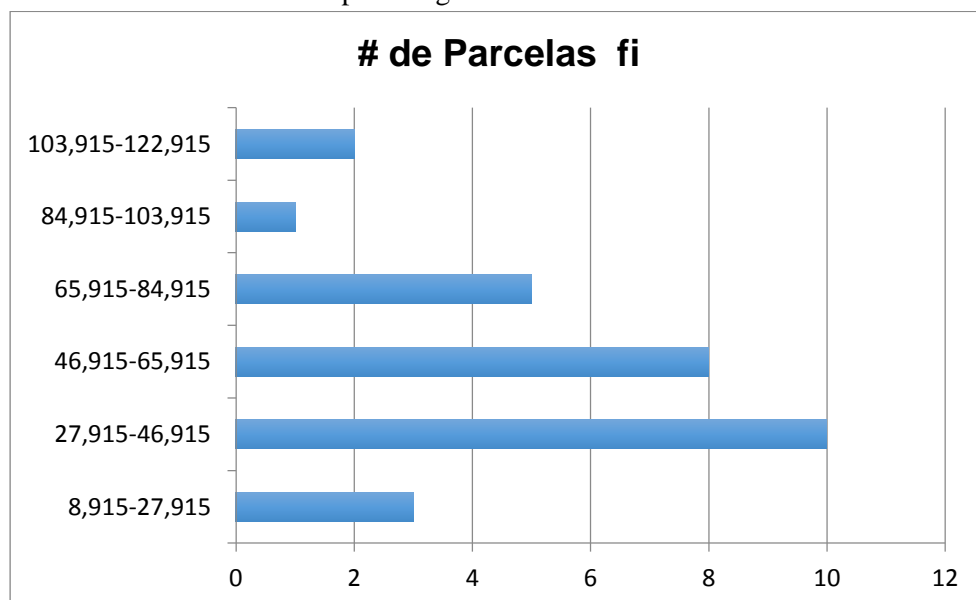
Tabla 3.2 Frecuencia de Volumen

Tabla de Frecuencia de Volumen			
Volumen total m ³ /ha E.R.	Volumen total m ³ /ha E.R.	# de Parcelas fi	Mi
8,92	27,92	3	18,415
27,92	46,92	10	37,415
46,92	65,92	8	56,415
65,92	84,92	5	75,415
84,92	103,92	1	94,415
103,92	122,92	2	113,415

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Gráfico 3.3 No. de Parcelas por Rango de Volumen



Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Como se puede observar en la tabla y gráfico anterior el rango de volumen de 27,92 m³/ha a 46,92 m³/ha es la que mayor número de parcelas presenta con un total de 10, lo que sería el rango de volumen representativo al resto del bosque. Dicho rango tiene una media de 37.415 m³/ha, la cual será empleada para la determinación del carbono almacenado en las parcelas no inventariadas.

Para la determinación del CAER del bosque se tendrá presente que las 113 ha de bosque están conformadas por 1.130 parcelas, de las cuales se han inventariado 29, quedando un total de 1.101 parcelas por inventariar, con una media de volumen de 37.415 m³/ha. A continuación se muestra el cálculo del carbono almacenado en el bosque, siendo el resultado de 10.574,72 toneladas

Tabla 3.3 Total de Carbono almacenado en el bosque

No. de Parcela sin Inventariar	Media Volumen total m ³ /ha E.R.	δ	C.C	CAER Tn/Parcela
1.101	37,42	0,55	0,45	9,26
Sub Total CAER - 1.101 Parcelas sin Inventariadas				10.195,49
Sub Total CAER - 29 Parcelas Inventariadas				379,23
Total CAER Bosque				10.574,72

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Partiendo de Carbono almacenado por especie y por rodal se puede determinar los volúmenes de carbono equivalente que para el caso del bosque sería el siguiente:

Tabla 3.4 Total de Carbono Equivalente

Total de Carbono Equivalente (CO₂eq)	
Total CAER Bosque	10.574,72
Masa del Carbono (g/mol)	44,01
Carbono Equivalente del Bosque	465.393,47

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

A continuación se muestra la fórmula para la determinación de potencial de captura del carbono en toneladas por hectárea por año, dicha fórmula según Ordóñez Díaz (2008) es la siguiente:

$$PCC = I.C.A. * \delta * CC$$

Donde:

PCC = potencial de captura de carbono en tc/ha/año

I.C.A = incremento corriente anual en m³/ha/año

δ = densidad de la madera para cada especie

CC = contenido de carbono (valor por defecto IPCC, 2003)

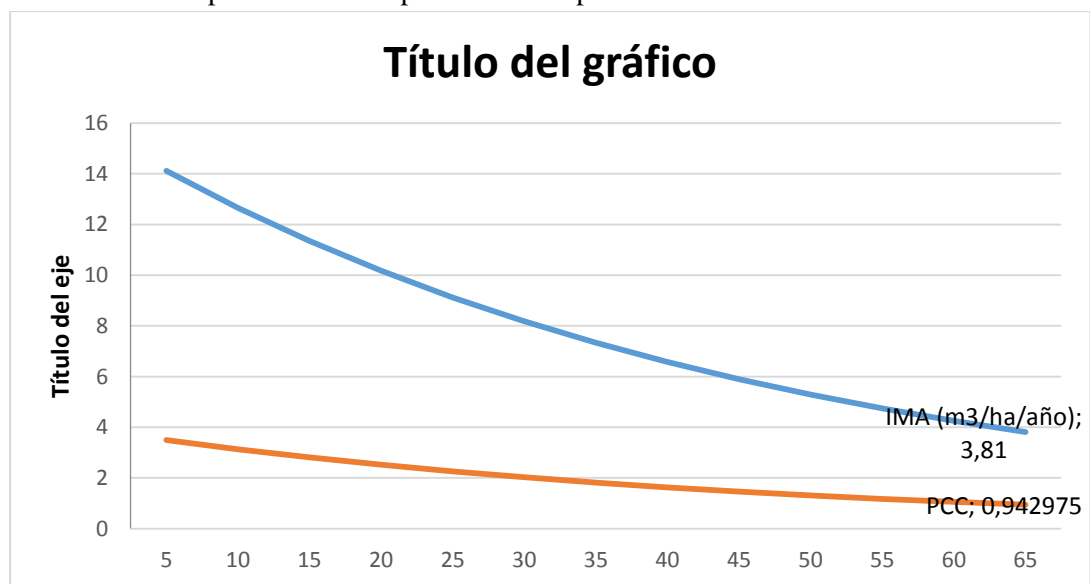
A continuación se muestran los resultados del cálculo del potencial de captura de carbono, donde se puede observar el decrecimiento de la captura de carbono en el transcurso de los años, llegando solamente a 0,94 al cabo de los 65 años. Siendo el quinto año el de mayor captura con valores de 3,49 Toneladas.

Tabla 3.5 Determinación del potencial de captura de carbono.

Edad	ICA (m ³ /ha/año)	δ	Contenido de Carbono (C.C)	Potencial de Captura de Carbono (PCC)
0	0	0.55	0.45	0
5	14.11	0.55	0.45	3.492225
10	12.65	0.55	0.45	3.130875
15	11.35	0.55	0.45	2.809125
20	10.17	0.55	0.45	2.517075
25	9.12	0.55	0.45	2.2572
30	8.18	0.55	0.45	2.02455
35	7.33	0.55	0.45	1.814175
40	6.58	0.55	0.45	1.62855
45	5.9	0.55	0.45	1.46025
50	5.29	0.55	0.45	1.309275
55	4.74	0.55	0.45	1.17315
60	4.25	0.55	0.45	1.051875
65	3.81	0.55	0.45	0.942975

Fuente: (Álvarez & Casamin, 2013).
 Elaborado por: Stefanya Cargua

Gráfico 3.4 Comportamiento del potencial de captura de carbono



Fuente: Stefanya Cargua
 Elaborado por: Stefanya Cargua

Partiendo de los resultados anteriores donde la captura de carbono decrece en el tiempo. Teniendo en cuenta la edad del bosque que se estudia supera los 100 años, el mismo ya no captura carbono, solamente contiene carbón almacenado.

Escenarios

A continuación se muestran los distintos escenarios por los cuales se obtendrían beneficios por el carbono almacenado en el bosque:

Escenario No. 1: Precio de Mercado

Para que el proyecto pueda acceder a los precios del mercado el mismo debe cumplir con la certificación de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Dicho mecanismo surgió en la Tercer Convención de las Partes (COP3) realizada en Japón en el año 1997, en la que se acordó un Protocolo (Protocolo de Kioto) para los países industrializados, el cual tiene como objetivo la reducción de las emisiones nacionales en un promedio de 5% debajo de las emitidas en 1990 para el periodo 2008 – 2012. Para ayudar a reducir el costo del cumplimiento de reducción se designaron tres “mecanismos de flexibilidad” basados en el mercado: Comercio de Emisiones (CE), Aplicación Conjunta (AC) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (CDM Watch, 2010: 114).

En teoría el MDL funciona de la siguiente manera: un inversionista privado o el gobierno de un país industrializado puede invertir o proveer financiamiento para un proyecto en un país en vías de desarrollo. Este proyecto debe reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Así las emisiones de gases serán inferiores a lo que hubiesen sido en ausencia de inversión externa, comparado a lo que hubiese ocurrido sin el MDL bajo las mismas condiciones. Entonces el inversionista obtiene Créditos de Carbono por la reducción y puede utilizar estos créditos para cumplir sus objetivos de Kioto. Si el MDL llega a funcionar a la perfección, no resultaría en menos reducción de emisiones que la acordada en el Protocolo de Kioto, sino simplemente cambiará la localización geográfica en la cual estas reducciones ocurrirían (CDM Watch, 2010: 114).

En el acuerdo de Marrakech figuran varios requerimientos para los proyectos de MDL. Para garantizar el cumplimiento de estos requerimientos, los operadores del proyecto contratan validadores que actúan como un brazo extendido del Consejo Ejecutivo del MDL (CDM Watch, 2010: 115).

Antes de que el Consejo Ejecutivo del MDL pueda emitir CERs, es decir, créditos de carbono, las reducciones deben ser verificadas por una Entidad Operacional Designada diferente a la que hizo la validación previa. Los procedimientos de vigilancia, verificación y emisión de créditos de carbono continúan durante todo el período mientras que el proyecto reclame crédito por la reducción de emisiones. En general, el ciclo del proceso del MDL se puede dividir en siete pasos que se menciona a continuación: (CDM Watch, 2010: 115).

Paso 1: Preparando el Documento de Diseño de Proyecto (PPD)

- ✓ Consulta a los participantes locales interesados
- ✓ Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
- ✓ Metodología para la estimación de la línea de base
- ✓ Demostrando adicionalidad

Paso 2: Obteniendo aprobación de los países involucrados

Paso 3: Validación y el período de 30 días para consulta pública

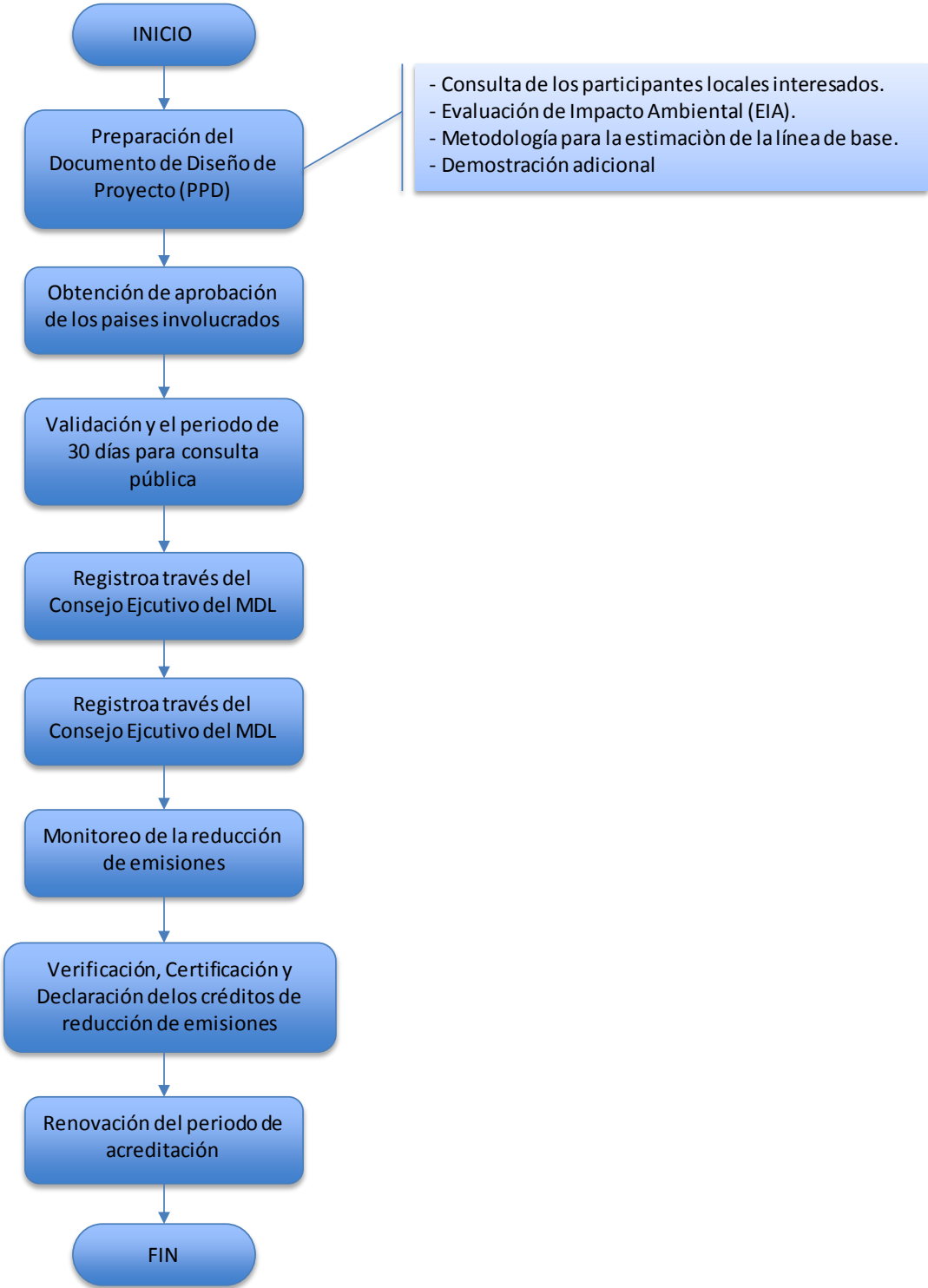
Paso 4: Registro a través del Consejo Ejecutivo del MDL

Paso 5: Monitoreo de la reducción de emisiones

Paso 6: Verificación, certificación y declaración de los créditos de reducción de emisiones

Paso 7: Renovación del periodo de acreditación

Gráfico 3.5 Ciclo del proceso del MDL



Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

Para la determinación de los beneficios a adquirir por la compensación en el almacenamiento de carbono mediante el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) se tendrá presente los siguientes aspectos:

- ✓ El total de carbono almacenado por especie y por rodal para todo el bosque es de 10.574,72 toneladas.
- ✓ Se tendrá en cuenta los precios pagados tanto por Cerus Corporation como por Investing:
- ✓ El bosque no contendrá ningún tipo de mantenimiento por lo que no se estiman gastos de mantenimiento en el mismo.
- ✓ No se incurrieron en costos de transacción durante el ciclo del proyecto de MDL.
- ✓ Para el costo de comercialización se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:
 - La participación de agentes de negocios (brokers) es importante en el caso de tratarse de proyectos que generen certificados para ser vendidos en los mercados de carbono a Países. Puede señalarse que el coste de comercialización puede cuantificarse entre el 10% y el 15% del valor nominal de las CERs según el Sistema Europeo de Comercio de Derechos de Emisiones.
- ✓ Teniendo en cuenta el planteamiento anterior se estimara un costo de comercialización sea del 12% sobre el valor del certificado (CERs)

Tabla 3.6 Beneficios por Carbono Almacenado

	Precio Dic. 2016	Carbono Equivalente	Valor de las CERs	Costo de Comercialización	Beneficio Potencial
Cerus Corporation	5,07	465.393,47	2.359.544,87	283.145,38	2.076.399,49
Investing	4,75	465.393,47	2.210.618,96	265.274,28	1.945.344,69

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Como se puede observar la alternativa más beneficiosa es la que ofrece Cerus Corporation con un precio de 5.07 USD por tonelada de carbono, alcanzándose un beneficio de 2.076.399,49 USD.

Para ejecutar dicho escenario bajo el marco regulatorio ecuatoriano el proyecto MDL debería estructurarse a partir de una estrategia privada, pero para tranzar el servicio ambiental debe ser competencia del estado.

Escenario No. 2: Costos de Transacción e Implementación de REDD

Actualmente el programa REDD no se encuentra vigente en el país, pero dicho escenario es al cual se pretende llegar.

El Gobierno de la Revolución Ciudadana, en cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo que plantea la reducción de la tasa de deforestación en un 50%, creó desde el 2008 el Programa Socio Bosque cuyo objetivo principal es la conservación de bosques y páramos nativos en todos los rincones de la patria (Ministerio de Ambiente, 2016: 1).

Socio Bosque consiste en la entrega de incentivos económicos a campesinos y comunidades indígenas que se comprometen voluntariamente a la conservación y protección de sus bosques nativos, páramos u otra vegetación nativa. La entrega de este incentivo está condicionada a la protección y conservación de sus bosques, lo que significa que las personas reciben el incentivo una vez cumplen con las condiciones de seguimiento que se determinan en convenio que se firma con el Ministerio del Ambiente (Ministerio de Ambiente, 2016: 1).

La deforestación y degradación de los bosques están consideradas como una de las causas más importantes de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estas emisiones contribuyen más o menos con el 20 por ciento del total de emisiones anuales, además de las pérdidas asociadas al

bienestar social, a la biodiversidad, a los servicios ambientales y al patrimonio cultural. Para confrontar este problema, se están implementando muchos esfuerzos para desarrollar sistemas de pagos para Reducir las Emisiones causadas por Deforestación y Degradación de los Bosques en los Países en Desarrollo (REDD). En Diciembre del 2007, reunidas en Bali Indonesia las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático (CMNUCC) acordaron explorar políticas implementables e incentivos financieros para promover REDD después de 2012 (Banco Mundial, 2010: 68).

Mientras estas negociaciones estaban en marcha, el Banco Mundial lanzó el Fondo Cooperativo para el Carbono de los Bosques (FCPF) con el propósito de promover el desarrollo de capacidades y proporcionar incentivos financieros para REDD. El FCPF ayudará a un total de 37 países para lograr los siguientes objetivos (Banco Mundial, 2010: 68):

- (i) Establecer un escenario de referencia nacional de emisiones por deforestación y degradación de los bosques, basado en información histórica y proyecciones de futuras emisiones;
- (ii) Adoptar una estrategia REDD nacional en base a las legislaciones forestales y ambientales vigentes;
- (iii) Adoptar un sistema nacional para monitorear, reportar y verificar emisiones por deforestación y degradación forestal.

Las dos variables clave que determinarán la rentabilidad de los programas REDD son los costos asociados al programa y los pagos por tonelada reducida de emisiones de carbono.

En el análisis de Boucher (2008), los estimados promedios para los costos de implementación y los de transacción fueron del orden de \$1/tCO₂, o de más o menos 20 por ciento del costo de oportunidad (Banco Mundial, 2010:69).

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados se determinarán los beneficios del programa REDD. Cuyos resultados alcanzan los 1.894.151,41 USD.

Tabla 3.7 Beneficio del programa REDD

Items	REDD
Precio Diciembre 2016	5,07
Costo de Implementación asumida por el país (1USD / Tco2)	1,00
Diferencia	4,07
Carbono Equivalente	465.393,47
Beneficio	1.894.151,41

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Escenario 3: Mercado Voluntario

En este escenario se analizarán los beneficios arrojados por el pago de entidades voluntarias, específicamente el de Carbonfund.org. Dicha entidad maneja proyectos de compensación de carbono y de reforestación forestal. Sus proyectos forestales de compensación de carbono combaten el cambio climático al secuestrar las emisiones de dióxido de carbono de la atmósfera en los árboles y el suelo y

tienen muchos beneficios para la comunidad y la fauna local. Dichos proyectos de reforestación y de deforestación evitados cumplen con los estándares más exigentes de la industria.

Según comunicación establecida con dicha organización a través de su página web Recuperado de <http://carbonfund.org/>. El precio por tonelada métrica de carbono es de 10,00 USD, siendo el beneficio de 105.747,20 USD como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3.8 Beneficios mediante Carbonfund.org:

Items	Carbonfund.org.
Precio (TCO2)	10,00
Carbono Equivalente	465.393,47
Beneficio	4.653.934,66

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

Se ha de tener presente en el presente escenario que según el Art. 74 de la Constitución de la República del Ecuador:

Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado (Asamblea, 2008: 34).

Resumen

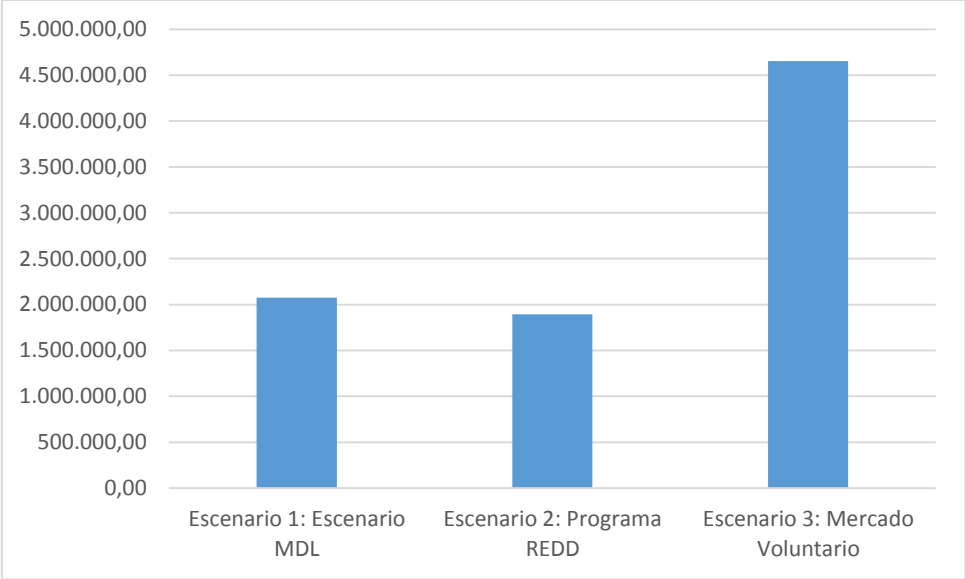
A modo de resumen en la siguiente tabla y figura se pueden observar que el escenario con mayor beneficio es el escenario No. 3 en el que se obtendrían 4.653.934,66 USD, mientras que el menos favorable es el escenario 2, en el que solamente se obtendrían 1.894.151,41 USD.

Tabla 3.9 Resumen de Escenarios

Ítems	Beneficio
Escenario 1: Escenario MDL	2.076.399,49
Escenario 2: Programa REDD	1.894.151,41
Escenario 3: Mercado Voluntario	4.653.934,66

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

Gráfico 3.6 Resumen de Escenarios



Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

Capítulo 3: Rentabilidad financiera de alternativas económicas que podrían incidir en la decisión de conservación del bosque de la Hacienda el Prado

En el presente capítulo se determinará mediante indicadores financieros si destinar las hectáreas de suelo para conservación del bosque nativo es, o no, más rentable que las hectáreas destinadas a otra actividad económica.

Para aplicar el modelo es necesario que se definan las alternativas o “proyectos” a ser analizados. En el caso de la presente investigación se compararán las siguientes alternativas:

- ✓ ***Alternativa 1- Conservación:*** Se optará por un programa REDD y MDL, explicado en el capítulo anterior, bajo el supuesto de que el gobierno entra en ellos y se agregará un programa de apicultura, que es factible ya que no altera las condiciones del bosque.
- ✓ ***Alternativa 2- Extracción Sustentable:*** Se realizará una tala sostenible del bosque en la cual permite establecer, incrementar, conservar y aprovechar los recursos forestales.
- ✓ ***Alternativa 3- Plantación Renovada:*** Se tala el bosque y se cultivará nuevamente con eucalipto para su cosecha.

Una vez especificadas las alternativas, los indicadores permitirán establecer la viabilidad de implementar un proyecto de conservación y comparar la rentabilidad del mismo en relación con la explotación maderera del bosque. Al comparar los distintos proyectos, se puede establecer cuál de las alternativas será más atractiva para la administración de la Hacienda el Prado. El análisis permitirá identificar los beneficios y costos que generan varias alternativas, con el fin de priorizar las opciones de inversión.

Para la elaboración de los flujos de caja se consideraron dos escenarios de tasas de descuento:

- ✓ **Tasa de descuento Ambiental (6%):** Dicha tasa es considerada esencial dentro del análisis de la inversión, a través del que se establecen los requerimientos mínimos de rentabilidad económica que el Estado le solicita a un proyecto, o se priorizan inversiones con diferente composición temporal. Para el presente proyecto se tendrá en cuenta la TSD determinada por Iván Darío Rodríguez Rodríguez (2006), ya que es la más actual determinada para el país.
- ✓ **Tasa de descuento Privada (7,11%):** La tasa aplicada refleja el interés cobrado por el Banco del Estado (BDE) para financiamiento en un plazo de 5 años y 20 periodos de gracia con una clasificación A1.

A continuación se analizarán cada una de las alternativas anteriormente mencionadas.

Alternativa No. 1- Conservación.

Para dicha alternativa se tendrá en cuenta la conservación del bosque, para el mismo se contará con dos alternativas: La primera de ellas será conformada por el programa REDD, explicado en el capítulo anterior así como la incorporación de un programa de apicultura, cuya explotación se analizará igualmente por un periodo de 30 años. La segunda alternativa la conformara el MDL y la incorporación de un programa de apicultura cuya explotación se analizará igualmente por un periodo de 30 años.

Inicialmente se mostrará un análisis de los programas de conservación MDL y REDD, para el cual se ha de tener presente que:

- ✓ El programa REDD paga a partir del año 11 y dicho pago será desglosado en los 30 años que dura el análisis del presente proyecto.
- ✓ En el programa MDL la verificación se toma alrededor de 15 años, por lo que a partir de dicha fecha es que se realizarán los pagos, los mismos que serán desglosados desde el año 16 hasta el año 30.

A continuación se muestran los flujos de caja para cada una de las alternativas:

Tabla 4.1 Flujo de Caja Programa MDL

FLUJO DE CAJA																																
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30	
Flujos Operacionales																																
Ventas																	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99	157,302.99		
(-) Costos de Comercialización																	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	-18,876.36	
Utilidades antes de Impuesto		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	
(-) Aporte a los Trabajadores																																-20,763.99
Utilidades antes de Impuesto		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	117,662.64
Utilidades después de Impuesto		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	91,776.86
Flujos de Efectivo Operacionales		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	91,776.86
Valor de la Inversión																																
(-) Amortización																																
Flujo de Efectivo Total		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	138,426.63	91,776.86
TOTAL																																
Valor Actual del Flujo de Efectivo	440,922.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46,125.32	43,863.58	40,204.93	37,536.11	35,044.45	32,716.19	30,546.34	28,518.67	26,625.59	24,858.17	23,208.08	21,667.52	20,229.22	18,886.40	11,690.49	
Valor Actual Neto (VAN) TD 7,11%	440,922.96																															
Valor Actual del Flujo de Efectivo	552,863.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	54,491.13	51,466.73	48,498.91	45,751.80	43,162.08	40,718.94	38,414.10	36,239.71	34,168.41	32,253.22	30,427.56	28,705.25	27,089.42	25,547.57	15,979.28	
Valor Actual Neto (VAN) TD 6,00%	552,863.10																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 7,11%	8,333																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 6,00%	8,333																															

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

✓ Programa MDL

El análisis financiero del escenario del programa MDL muestra, flujos a partir del año 16. De forma general los resultados de los indicadores financieros muestran valores positivos con las alternativa de tasas de descuento del 7,11% y 6,00%, siendo de 440.922,96 USD para una tasa de descuento del 7,11%, y 552.863,10 USD para un 6,00% tasa de descuento.

Por último el cálculo de la razón costo beneficio muestra que en dicho escenario se alcanzaría resultados de 8,333USD de ingresos por cada dólar de gastos generados en las operaciones de los Apiaríos.

Tabla 4.2 Flujo de Caja Programa REDD

FLUJO DE CAJA																															
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Flujos Operacionales																															
Ventas											117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24
(-) Costo de Implementación											-465.393,47																				
Utilidades antes de Impuesto		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-465.393,47	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	
Utilidades antes de Impuesto		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-465.393,47	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	100.280,66
Utilidades después de Impuesto		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-465.393,47	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	78.218,91
Flujos de Efectivo Operacionales		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-465.393,47	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	78.218,91
Valor de la inversión																															
(-) Amortización																															
Flujo de Efectivo Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-465.393,47	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	117.977,24	78.218,91	
TOTAL	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30	
Valor Actual del Flujo de Efectivo	384.297,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-234.163,96	55.420,19	51.741,38	48.306,77	45.100,15	42.106,38	39.311,35	36.701,85	34.265,57	31.991,00	29.867,43	27.884,82	26.033,82	24.305,68	22.692,26	21.185,94	19.779,61	18.466,63	17.240,81	16.096,36	9.963,48	
Valor Actual Neto (VAN) TD 7,11%	384.297,51																														
Valor Actual del Flujo de Efectivo	488.818,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-259.873,28	62.148,94	58.631,08	55.312,34	52.181,45	49.227,78	46.441,30	43.812,55	41.332,59	38.993,01	36.785,86	34.703,64	32.739,29	30.886,12	29.137,85	27.488,54	25.932,58	24.464,70	23.079,91	21.773,50	13.618,71	
Valor Actual Neto (VAN) TD 6,00%	488.818,45																														
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 7,11%	2,663																														
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 6,00%	2,908																														

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

✓ Programa REDD

El análisis financiero del escenario del programa REDD muestra, flujos negativos en el año 10 producto de la implementación del programa. De forma general los resultados de los indicadores financieros muestran valores positivos con las alternativa de tasas de descuento del 7,11% y 6,00%, siendo de 384.297,51 USD para una tasa de descuento del 7,11%, y 488.818,45 USD para un 6,00% de descuento.

Por último el cálculo de la razón costo beneficio muestra que en dicho escenario se alcanzaría entre 2,663 y 2,908 dólares de ingresos por cada dólar de gastos generados en las operaciones de los Apiaríos.

✓ **Programa REDD + Apiario**

Para la puesta en marcha del programa apícola se ha de tener en cuenta la dificultad de dicha actividad económica en la pendiente alta, por lo que solo se consideran las 40,86 ha de pendiente baja, que posee el bosque de la Hacienda el Prado.

Según datos suministrados por Tecnimundo Apícola, un Apiario requiere de un total de 4 ha, por lo que teniendo en cuenta que se empleará solamente los 40,86 ha de pendiente baja del boque, se pudieran instalar un total de 10 Apiarios en el mismo.

Para dicho programa según datos de Tecnimundo Apícola se requiere de una inversión de 68.667,50 USD como se muestra en la siguiente tabla, dicha inversión será financiada en un 100% por el Banco del Estado. La amortización de dicho préstamos se muestra a continuación.

Tabla 4.3 Inversión del Programa Apiario

INVERSIÓN INICIAL			
Activos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Inversión Inicial			
Capital de Trabajo			26.912,50
Sub Total			26.912,50
Utencilios y Herramientas			
Caja (colmena) con abejas	150	200,00	30.000,00
Caja	150	50,00	7.500,00
Centrifuga eléctrica	2	1.500,00	3.000,00
Cepillos	20	10,00	200,00
Palanca	20	50,00	1.000,00
Antibiotico	10	5,50	55,00
Sub Total			41.755,00
Total a Invertir			68.667,50

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Tabla 4.4 Amortización del Préstamo, Apiario

TABLA DE AMORTIZACIÓN				
BENEFICIARIO				
INSTIT. FINANCIERA			BDE	
MONTO EN USD			68.667,50	
TASA DE INTERES			7,11%	
PLAZO			5	Años
AMORTIZACION CADA			90	Días
NUMERO DE PERIODOS			20	

No.	SALDO	INTERES	PRINCIPAL	DIVIDENDO
0	68.667,50			
1	65.778,22	1.220,56	2.889,28	4.109,85
2	62.837,57	1.169,21	2.940,64	4.109,85
3	59.844,66	1.116,94	2.992,91	4.109,85
4	56.798,55	1.063,74	3.046,11	4.109,85
5	53.698,30	1.009,59	3.100,26	4.109,85
6	50.542,93	954,49	3.155,36	4.109,85
7	47.331,48	898,40	3.211,45	4.109,85
8	44.062,95	841,32	3.268,53	4.109,85
9	40.736,32	783,22	3.326,63	4.109,85
10	37.350,56	724,09	3.385,76	4.109,85
11	33.904,62	663,91	3.445,94	4.109,85
12	30.397,42	602,65	3.507,20	4.109,85
13	26.827,89	540,31	3.569,54	4.109,85
14	23.194,90	476,87	3.632,98	4.109,85
15	19.497,34	412,29	3.697,56	4.109,85
16	15.734,06	346,57	3.763,28	4.109,85
17	11.903,88	279,67	3.830,18	4.109,85
18	8.005,62	211,59	3.898,26	4.109,85
19	4.038,07	142,30	3.967,55	4.109,85
20	0,00	71,78	4.038,07	4.109,85
		13.529,49	68.667,50	82.196,99

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Para la determinación de los ingresos durante este escenario se tendrán en cuenta los siguientes supuestos:

- ✓ Se tomará como base los beneficios obtenidos en el programa REDD explicado en el capítulo anterior.

- ✓ Se estima una cosecha anual de miel entre 650 y 400 litros, lo que equivale a un promedio de 525 litros por cada Apiario lo que corresponde a un valor anual de 5.250 litros de miel.
- ✓ El precio de venta por litro de miel según datos de apícola Santa Anita se encuentra entre los 15 y 12 USD, por lo que se promediara un precio de 13,50 USD

Los resultados de las ventas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Gastos de Recursos Humanos, Apiario

Recursos Humanos						
Items	Trabajadores	Salario	Cosechas	Salarios Año		RRHH
				Mes	Año	
Trabajadores Fijos						
Operaria	10	360,00		3.600,00	43.200,00	43.200,00
Trabajadores Contratados						
Apicultores	50	200,00	3			30.000,00
Total				3.600,00	43.200,00	73.200,00

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Tabla 4.8 Flujo de Caja Programa REDD + Apiario

	FLUJO DE CAJA																															
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30	
Flujos Operacionales																																
Ventas		70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	188.852,24	
(-) Costo Operacionales		-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.737,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-547.130,97	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	
(-) Gastos Financieros		-4.570,45	-3.703,80	-2.773,87	-1.776,03	-705,34																										
Utilidades antes de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-476.255,97	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	
Utilidades antes de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-476.255,97	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	91.132,53
Utilidades después de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-476.255,97	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	71.083,38
Flujos de Efectivo Operacionales		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-476.255,97	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	71.083,38	
Valor de la inversión		-68.667,50																														
(-) Amortización		-11.888,95	-12.735,60	-13.665,53	-14.663,36	-15.734,06																										
Flujo de Efectivo Total		-68.667,50	-27.201,90	-27.201,90	-27.201,90	-27.301,90	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-476.255,97	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.114,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	107.214,74	71.083,38	
TOTAL	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30		
Valor Actual del Flujo de Efectivo	185.262,87	-25.396,23	-23.710,42	-22.136,51	-20.667,08	-19.366,13	-7.127,43	-6.654,31	-6.212,59	-5.800,20	-239.629,47	50.364,47	47.021,26	43.899,97	40.985,88	38.229,53	35.725,16	33.353,71	31.139,68	29.072,62	27.117,45	25.341,02	23.658,87	22.088,39	20.622,16	19.235,29	17.975,21	16.782,01	15.688,01	14.627,97	9.054,56	
Valor Actual Neto (VAN) TD 7,11%	116.595,37																															
Valor Actual del Flujo de Efectivo	271.830,44	-25.662,17	-24.209,59	-22.839,24	-21.546,45	-20.401,57	-7.587,14	-7.157,68	-6.752,53	-6.370,31	-265.938,84	56.479,39	53.282,44	50.266,46	47.421,18	44.695,24	42.204,69	39.815,74	37.562,02	35.435,87	33.398,88	31.537,80	29.752,64	28.068,53	26.479,74	24.957,59	23.566,88	22.232,90	20.974,44	19.787,20	12.376,34	
Valor Actual Neto (VAN) TD 6,00%	203.162,94																															
Tasa Interna de Retorno (TIR)	9,29%																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 7,11%	1,197																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 6,00%	1,240																															

Fuente: Stefanya Cargua
 Elaborado por: Stefanya Cargua

El análisis financiero del escenario del programa REDD y Apiario muestra flujos negativos en el flujo de caja en los 10 primeros años. De forma general los resultados de los indicadores financieros muestran valores positivos con las alternativas de tasas de descuento del 7,11% y 6,00%, siendo de 116.595,37 USD para una tasa de descuento del 7,11%, y 203.162,94 USD para un 6,00% de descuento. Los resultados de la Tasa Interna de Rentabilidad arrojan valores favorables siendo de 9,29%.

Por último el cálculo de la razón costo beneficio muestra que en dicho escenario se alcanzaría entre 1,197 y 1,240 dólares de ingresos por cada dólar de gastos generados en las operaciones de los Apiarios.

✓ **MDL + Apiario**

Para dicha alternativa de conservación se tendrán en cuenta la inversión y los gastos asociados a la puesta en marcha y las operaciones del Apiario, así como los ingresos que se obtendrán por la alternativa de MDL que se analizó en el capítulo anterior.

A continuación se muestra las ventas estimadas y el flujo de caja para dicha alternativa de conservación:

Tabla 4.9 Ingresos Estimados de MDL+ Apiario

RUBROS / AÑOS	U. M.	Ingreso por unidad	No. De Unidades	AÑOS																														TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
MDL																																		
Beneficio Potencial	CCO																	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	157.302,99	
Apicultura																																		
Cosecha de Mel	Lt.	13,50	5.260	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	
TOTAL INGRESOS				70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	

Fuente: Stefanya Cargua
 Elaborado por: Stefanya Cargua

Tabla 4.10: Flujo de Caja MDL + Apiario

FLUJO DE CAJA																															
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
Flujos Operacionales																															
Ventas		70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	70.875,00	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99	228.177,99
(-) Costo Operacionales		-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.737,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.737,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.637,50	-81.737,50	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	-100.513,86	
(-) Costos Financieros		-4.570,45	-3.703,80	-2.773,87	-1.776,03	-705,34																									
Utilidades antes de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	
Utilidades antes de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	108.514,51
Utilidades después de Impuesto		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	84.641,32
Flujos de Efectivo Operacionales		-15.332,95	-14.466,30	-13.536,37	-12.538,53	-11.567,84	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	84.641,32
Valor de la inversión																															
(-) Amortización		-68.667,50																													
Flujo de Efectivo Total		-68.667,50	-27.201,90	-27.201,90	-27.201,90	-27.301,90	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.762,50	-10.862,50	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	127.664,13	84.641,32
Indicadores de Rentabilidad																															
TOTAL																															
Valor Actual del Flujo de Efectivo	241.888,32	-25.396,23	-23.710,42	-22.136,51	-20.667,08	-19.366,13	-7.127,43	-6.654,31	-6.212,59	-5.800,20	-5.465,50	-5.055,72	-4.720,12	-4.406,80	-4.114,27	-3.876,85	42.538,13	39.715,37	37.079,05	34.617,73	32.294,47	30.174,39	28.171,40	26.301,38	24.555,48	22.907,52	21.403,68	19.982,89	18.656,42	17.418,00	10.781,57
Valor Actual Neto (VAN) TD 7,11%	173.220,82																														
Valor Actual del Flujo de Efectivo	335.875,10	-25.662,17	-24.209,59	-22.839,24	-21.546,45	-20.401,57	-7.587,14	-7.157,68	-6.752,53	-6.370,31	-6.065,56	-5.669,55	-5.348,63	-5.045,88	-4.760,26	-4.532,54	50.254,51	47.499,92	44.726,34	42.194,66	39.775,10	37.553,09	35.427,45	33.422,12	31.530,30	29.722,27	28.061,86	26.473,45	24.974,95	23.561,28	14.736,91
Valor Actual Neto (VAN) TD 6,00%	267.207,60																														
Tasa Interna de Retorno (TIR)	10,47%																														
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 7,11%	1,282																														
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 6,00%	1,331																														

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

El análisis financiero del escenario con MDL y Apiario muestra, flujos negativos en el flujo de caja en los primeros 15 años. De forma general los resultados de los indicadores financieros muestran valores positivos con las alternativa de tasas de descuento del 7,11% y 6,00%, siendo de 173.220,82 USD para una tasa de descuento del 7,11%, y 267.207,60 USD para un 6,00% de descuento. Los resultados de la Tasa Interna de Rentabilidad arrojan valores favorables siendo de 10,47%.

Por último el cálculo de la razón costo beneficio muestran que en dicho escenario se alcanzaría entre 1,282 y 1,331 dólares de ingresos por cada dólar de gastos generados en las operaciones de los Apiarios y el pago del programa MDL.

La actividad apícola aumenta su rentabilidad financiera cuando se realiza conjuntamente con los programas de MDL o REDD, ya que para los escenarios planteados desde que se recibe la compensación por captura de carbono los flujos de caja son positivos. Por lo tanto para que se aumente la rentabilidad financiera de la actividad apícola se podría proponer alguna actividad complementaria en los primeros años hasta recibir los pagos de MDL o REDD+.

Alternativa No. 2- Extracción Sustentable

En cuanto a la alternativa referente a la tala sostenible del bosque en un periodo de explotación de 30 años.

A grandes rasgos, la sustentabilidad alude a la necesidad de procurar la satisfacción de las múltiples necesidades en relación al bosque de las generaciones actuales y venideras, manteniendo una relación armoniosa con la naturaleza. En todo caso, mucho antes de que surgiera la idea de sustentabilidad, ya se hablaba de "rendimiento sostenido" dentro del ambiente forestal. El rendimiento sostenido postula, como condición básica, que el uso del recurso no debe atentar contra su existencia. Por lo que un manejo sustentable y sostenible permite establecer, incrementar, conservar y aprovechar los recursos forestales (Álvarez y Casamin, 2013: 22).

Partiendo de los datos obtenidos de la investigación realizada por Álvarez y Casamin (2013) se logra identificar como se muestra en las siguientes figuras como el volumen de madera que se puede extraer para hacer un manejo sustentable y sostenible en la pendiente alta de bosques es de 167,63 m³ y en la pendiente baja es de 152,38 m³

Para la determinación de los ingresos durante este escenario se tendrán en cuenta los siguientes supuestos:

- ✓ El volumen de madera que se debe extraer para hacer un manejo sustentable y sostenible es el siguiente:
 - Pendiente alta: 167,63 m³
 - Pendiente Baja: 152,38 m³
- ✓ El precio por m³ de madera es de 14,00 USD.

Los resultados de las ventas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.11 Volumen de madera para un manejo sustentable y sostenible en pendiente alta

VOLUMEN DE MADERA QUE SE PUEDE EXTRAER PARA HACER UN MANEJO SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE									
Clase Diamétrica	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90 - 100
# Ind. antes del Aprovechamiento	177,10	177,10	95,00	51,43	17,14	12,14	2,89	1,43	0,71
Área basal	3,50	8,53	9,18	8,11	4,05	3,99	1,94	0,74	0,56
Volumen (m³/ha)	0,00	0,00	0	81,96	39,80	29,91	7,42	5,81	3,88
Volumen inicial				73,76	35,82	26,92	6,68	5,23	1,94
Volumen (m³/árbol)	0,00	0,00	0,00	1,59	2,32	2,46	2,57	4,06	5,46
# Ind. después del aprovechamiento	136,55	146,90	87,59	5,14	1,71	1,21	0,29	0,14	0,36
# Ind. al finalizar el ciclo sin mortalidad	?	68,28	141,73	117,25	46,37	3,43	1,46	0,75	0,22
# Ind. Que sobreviven luego del CC. (60%)		40,97	85,04	70,35	27,82	2,06	0,88	0,45	0,13
Volumen después del ciclo				112,11	64,60	5,07	2,26	1,83	0,71
Volumen aprovechable				100,90	58,14	4,56	2,03	1,65	0,35
VCAP inicial	362,44	(m³/ha)	∑ V. aprovechable (m³/árbol)		167,63				
VCAP final	404,10	(m³/árbol)	% mortalidad		1,50%				
% Diferencia	0,90		Ciclo de Corta (años)		30				
			% supervivencia		60 %				
			Área del bosque (ha)		72,32				
			Crecimiento		0,5				
			DMC		40				

Fuente: Álvarez y Casamin, 2013: 67

Elaborado por: Álvarez y Casamin, 2013: 67

Tabla 4.12 Volumen de madera para un manejo sustentable y sostenible en pendiente baja

VOLUMEN DE MADERA QUE SE PUEDE EXTRAER PARA HACER UN MANEJO SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE									
Clase Diamétrica	10 - 20	20 - 30	30 - 40	40 - 50	50 - 60	60 - 70	70 - 80	80 - 90	90 -100
# Ind. antes del Aprovechamiento	98,67	118,70	80,67	44,67	34,00	15,33	6,67	2,67	0,00
Área basal	1,91	5,83	7,64	7,19	7,95	5,00	2,85	1,51	0,00
Volumen (m³/ha)	0,00	0,00	0	63,98	49,61	25,58	15,90	6,35	0,00
volumen inicial				57,58	44,65	23,02	14,31	3,18	0,00
Volumen (m³/árbol)	0,00	0,00	0,00	1,43	1,46	1,67	2,38	2,38	0,00
# Ind. después del aprovechamiento	136,55	146,90	87,59	4,47	3,40	1,53	0,67	1,34	0,00
# Ind. al finalizar el ciclo sin mortalidad	?	68,28	141,73	117,25	46,03	3,93	2,47	1,10	0,00
# Ind. Que sobreviven luego del CC. (68%)		46,43	96,37	79,73	31,30	2,67	1,68	0,75	0,00
Volumen después del ciclo				114,19	45,67	4,46	4,00	1,78	0,00
Volumen aprovechable				102,77	41,10	4,02	3,60	0,89	0,00
VCAP inicial	193,36	(m³/árbol)	∑ V. aprovechable (m³/árbol)			152,38			
VCAP final	206,42	(m³/árbol)	% mortalidad			1,50%			
% Diferencia	0,94		Ciclo de Corta (años)			30			
			% supervivencia			68 %			
			Área del bosque (ha)			40,64			
			Crecimiento			0,5			
			DMC			40			

Fuente: Álvarez y Casamin, 2013: 68

Elaborado por: Álvarez y Casamin, 2013: 68

Tabla 4.13 Ingresos Estimados de la Alternativa 2

Especie:	Eucalyptus
Hectáreas:	113,00

RUBROS / AÑOS	U. M.	Ingreso por unidad	No. De Unidad	AÑOS																														TOTAL
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Producción en pendiente alta																																		
Cosecha de Madera	m³	14,00	167,63	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	2.346,82	70.404,60
Producción en pendiente leve																																		
Cosecha de Madera	m³	14,00	152,38	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	2.133,32	63.999,60
TOTAL INGRESOS				4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	134.404,20	

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Para la determinación de los costos, los mismos serán desglosados en Costos Directos e Indirectos, en el caso de los costos directos serán desglosados en las siguientes etapas:

- ✓ Infraestructura: La infraestructura será creada desde la siembra del bosque, el mantenimiento de dicha infraestructura se realizará durante todo el proceso hasta el inicio de la cosecha, incurriéndose en gastos de Mano de Obra, Materiales y Herramientas.
- ✓ Aprovechamiento: Teniendo en cuenta que el volumen de tala es de 320 m³ anuales para aprovechamiento sostenible, se contratará 3 trabajadores con un pago de 240,00 USD por trabajador. Adicionalmente se incurrirán en gastos de transporte con valor de 50,00 USD por carga. Se estima que los 320 m³ de madera que se deben talar anualmente requerirá de 6 cargas.

A continuación se muestran los resultados de la determinación de los gastos incurridos durante los 30 años del proceso de explotación sostenible y sustentable del bosque.

Tabla 4.15 Flujo de Caja Alternativa 2

FLUJO DE CAJA																																
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30	
Flujos Operacionales																																
Ventas		4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14	4.480,14
(-) Costo Directo		-10.983,87	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36	-2.104,36
(-) Costos Indirectos		-1.905,10	-632,55	-674,63	-716,72	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13	-547,13
Gastos Financieros																																
Utilidades antes de Impuesto		-8.008,82	1.743,25	1.701,16	1.659,07	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66	1.828,66
(-) Impuestos			-383,51	-374,25	-365,00	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31	-402,31
Utilidades después de Impuesto		-8.008,82	1.359,73	1.326,90	1.294,08	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36
Flujos de Efectivo Operacionales		-8.008,82	1.359,73	1.326,90	1.294,08	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36
Valor de la inversión																																
Préstamo																																
(-) Amortización																																
Flujo de Efectivo Total	0,00	-8.008,82	1.359,73	1.326,90	1.294,08	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36	1.426,36
TOTAL																																
Valor Actual del Flujo de Efectivo	8.457,49	-7.477,20	1.185,20	1.079,81	983,19	1.011,76	944,60	881,90	823,36	768,70	717,67	670,04	625,56	584,03	545,27	509,07	475,28	443,73	414,27	386,77	361,10	337,13	314,75	293,86	274,35	256,14	239,14	223,26	208,44	194,61	181,69	
Valor Actual Neto (VAN) TD 7,11%	8.457,49																															
Valor Actual del Flujo de Efectivo	10.484,86	-7.555,49	1.210,16	1.114,09	1.025,03	1.065,86	1.005,52	948,61	894,91	844,26	795,47	751,39	708,86	668,73	630,88	595,17	561,48	529,70	499,71	471,43	444,74	419,57	395,82	373,42	352,28	332,34	313,53	295,78	279,04	263,24	248,34	
Valor Actual Neto (VAN) TD 6,00%	10.484,86																															
Tasa Interna de Retorno (TIR)	17,18%																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 7,11%	1,210																															
Razón Beneficio Costo (B/C) TD 6,00%	1,243																															

Fuente: Stefanya Cargua
 Elaborado por: Stefanya Cargua

Los resultados del estudio financiero muestra valores positivos del VAN con tasas del 7,11% y 6,00%, con las cuales se alcanzaron valores de 8.457,49 USD y 10.484,86 USD respectivamente. En cuanto a la Tasa Interna de Rentabilidad la muestra un resultado del 17,18%.

Por último el análisis de la razón costo beneficio, manifiesta igualmente resultados viables con las tasas de descuento del 7,11% y 6,00%, con los que se obtiene 1,210 USD y 1,243 USD de ingresos por cada dólar de gastos generado.

Alternativa No. 3- Plantación Renovada

Como se mencionó anteriormente en la primera alternativa se empleará el área del bosque para la cosecha maderera a base de eucalipto, por lo que se analizará la tala inicial de bosque y la siembra y cosecha nuevamente del mismo.

Para comenzar con el proceso de tala del bosque la inversión inicial a realizar será la adquisición maquinaria como motosierras y equipo menor.

Tabla 4.16 Inversión del Programa Plantación Renovada

INVERSIÓN INICIAL			
Activos	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Utencilios y Herramientas			
Motosierras	10	2,500.00	25,000.00
Cuerdas (cintajos, hordilla, horcaduras)	100	5.00	500.00
Mordazas	100	50.00	5,000.00
Puños	100	30.00	3,000.00
Serruchos	10	50.00	500.00
Implementos menores	10	10.00	100.00
Sub Total			34,100.00
Total a Invertir			34,100.00

Para la determinación de los ingresos durante este escenario se tendrán en cuenta los siguientes supuestos:

- ✓ Para la tala del bosque se subcontratará una empresa cuya tala por Ha es realizada en 15 días, lo que corresponde a un total de 24 Ha taladas por año, restando un total de 17 Ha para el 5to año.
- ✓ El precio por m³ de madera es de 14,00 USD.
- ✓ Se estima un total 552 m³ por ha de potencial maderable.
- ✓ Para la segunda cosecha se realizará un raleo, de 12 m³ por hectárea, cuya madera será vendida a un precio de 7,00 USD por m³, ya que la misma es para leña y carbón.

Los resultados de las ventas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4.17 Ingresos Estimados del Alternativa 3

Especie:	Eucalyptus
Hectáreas:	113,00

RUBROS / AÑOS	U. M.	Ingreso por unidad	Unidad por hectárea	Ha											AÑOS						TOTAL					
				1	2	3	4	5	11	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	11		26	27	28	29	30
1era Cosecha																										
Cosecha de Madera (Inicial)	m³	14,00	552,00	24	24	24	24	17																		873.264,00
2da Cosecha																										
Raleo	m³	7,00	12,00						113																	9.492,00
Cosecha de Madera (2da)	m³	14,00	552,00							24	24	24	24	17												873.264,00
TOTAL INGRESOS															185.472,00	185.472,00	185.472,00	185.472,00	131.376,00	9.492,00	185.472,00	185.472,00	185.472,00	185.472,00	131.376,00	1.756.020,00

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Para la determinación de los costos, los mismos serán desglosados en Costos Directos e Indirectos, en el caso de los costos directos serán desglosados en las siguientes etapas:

- ✓ Establecimiento: El mismo se realizará en el primer año de la siembra y contemplará gastos de Mano de Obra relacionado a las actividades de Roce o limpia, Coronamiento, Señalamiento (balizada), Hoyado, Distribución de plantas en terreno, Plantación y Aplicación de fertilizante, dichas actividades tendrán un costo de 18.76 USD por jornada laboral. En cuanto a los Insumos los mismos estarán conformados por Transporte de plantas, Transporte interno de plantas, Adquisición de fertilizante y Transporte de fertilizante, por último se incurrirán en gastos de Materiales y Herramientas.
- ✓ Mantenimiento: El mantenimiento se realizará en los 4 primeros años luego de la siembra del bosque y para ello se incurrirán en Gastos de Mano de obra para las actividades de Roce o limpia, Coronamientos (Una vez al año) y Monitoreo y control de plagas y enfermedades con un costo de 18.76 USD por jornada laboral, se incurrirá además en gastos de Materiales y Herramientas.
- ✓ Infraestructura: La infraestructura será creada desde la siembra del bosque y su mantenimiento se realizará durante todo el procesos hasta el inicio de la cosecha, incurriéndose en gastos de Mano de Obra, por las actividades relacionadas a la creación de la Líneas corta fuegos y Mantenimiento de líneas cortafuegos con un costo de 18.76 USD por jornada laboral, se incurrirá además en gastos de Materiales y Herramientas.
- ✓ Aprovechamiento: Por último la etapa de aprovechamiento o cosecha será contratada a una empresa con un pago por el proceso de corte de 1.440,00 USD por ha y 500,00 USD de transportación por ha

A continuación se muestran los resultados de la determinación de los gastos incurridos durante el periodo de tala, siembra y cosecha nuevamente de la madera.

Los resultados de la alternativa No. 3 muestra que los ingresos serán recibidos en los cinco primeros años con la cosecha del bosque actual, posteriormente con el raleo de la nueva siembra en el año 11 y posteriormente con la cosecha de los últimos cinco años, siendo este periodo donde mayor flujo de efectivo se alcanzará, en el resto de los años, los valores del flujo de caja serán negativos al ejecutarse solamente gastos por las operaciones de mantenimiento y tratamiento del bosque. De forma general los resultados de los indicadores de factibilidad son positivos, alcanzando valores actuales de flujos de efectivo neto (VAN) de 188,578.57 USD con una tasa de descuento del 7,11%, y 211,617.66 USD con un descuento del 6,00%, siendo en cada uno de los casos positivos. La tasa Interna de Rentabilidad es de 96.93% siendo este superior al interés exigido por el préstamo del banco.

En cuanto a la relación costo beneficio los resultados de la misma muestra que se obtendría entre 2,183 USD y 2,182 USD de ingresos por cada dólar de gastos generado en la siembra, mantenimiento y cosecha del bosque, mostrando de forma general con ello la viabilidad económica de dicho escenario.

A modo de resumen como se muestra en la siguiente tabla de las alternativas la más viable es la Alternativa de MDL, alcanzando valores superiores de VAN, TIR y Razón Costo/Beneficio con cada una de las tasas de descuento aplicadas. El resumen de los resultados de los indicadores financieros en cada una de las alternativas se muestra a continuación.

Tabla 4.20 Resumen de indicadores financieros por Alternativas

Indicadores Financieros						
		Tasa de Descuento	VAN	TIR	B/C	
Alternativa No. 1 Conservación	REDD+	7.11%	384,297.51		2.663	
		6.00%	488,818.45		2.908	
	MDL	7.11%	440,922.96		8.333	
		6.00%	552,863.10		8.333	
	REDD - Apiario	7.11%	116,595.37	9.29%	1.197	
		6.00%	203,162.94		1.240	
	MDL - Apiario	7.11%	173,220.82	10.47%	1.282	
		6.00%	267,207.60		1.331	
	Alternativa No. 2 Extracción Sustentable		7.11%	8,457.49	17.18%	1.210
			6.00%	10,484.86		1.243
Alternativa No. 3 Plantación renovada		7.11%	188,578.57	96.93%	2.183	
		6.00%	211,617.66		2.182	

Fuente: Stefanya Cargua

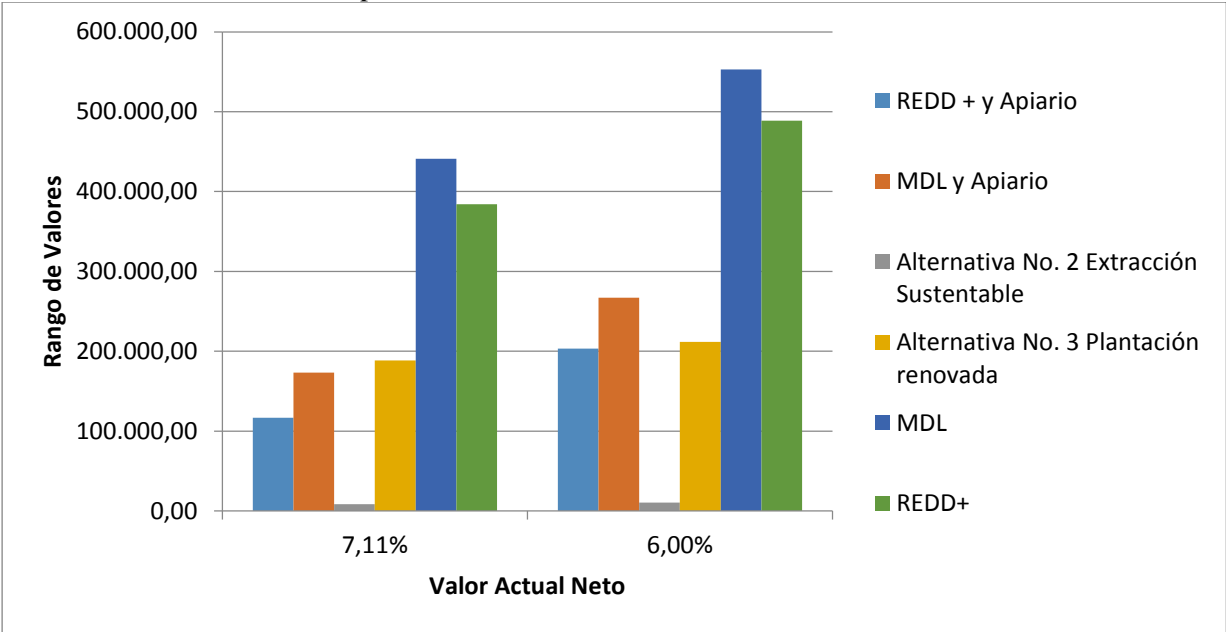
Elaborado por: Stefanya Cargua

Todas las alternativas propuestas son financieramente rentables, ya que tienen VAN positivos, la TIR que cubren el interés requerido por un banco y las relaciones B/C son mayores a 1, logrando cubrir todos los costos que se generarían.

Un análisis más detallado de cada una de las alternativas muestra que a una tasa de descuento del 7,11%, los mejores indicadores del Valor Actual Neto son los de la alternativa de conservación con proyectos MDL o REDD. Para MDL con 440.922,96 USD seguido por REDD+ con 384.297,51 USD, demostrando que los incentivos para la conservación cubren y sobrepasan el costo de oportunidad de destinar el suelo a otros usos. La alternativa más rentable al analizar el VAN, después de los incentivos a la conservación sería el escenario de plantación renovada con 188.578,57 USD. Con la tasa de 6% se mantiene la misma tendencia, de manera que la alternativa menos rentable al considerar el VAN sería la extracción sustentable con 10.484,86 USD. Cabe recalcar que el análisis realizado corresponde a un periodo de tiempo de 30 años, de modo que muestra que los proyectos propuestos no generarían ingresos solamente a corto plazo sino en toda la ejecución del los proyectos, es decir generan ingresos estables para los beneficiarios de la Hacienda el Prado.

En cuanto a la razón Costo Beneficio la mejor alternativa sigue siendo la alternativa conservación con MDL y REDD+ con 8,33 USD y 2,66 USD respectivamente y a una tasa de descuento del 7.11%, de manera que para los incentivos de conservación no solo se cubren los costos, sino que adicionalmente se generan importantes ganancias.

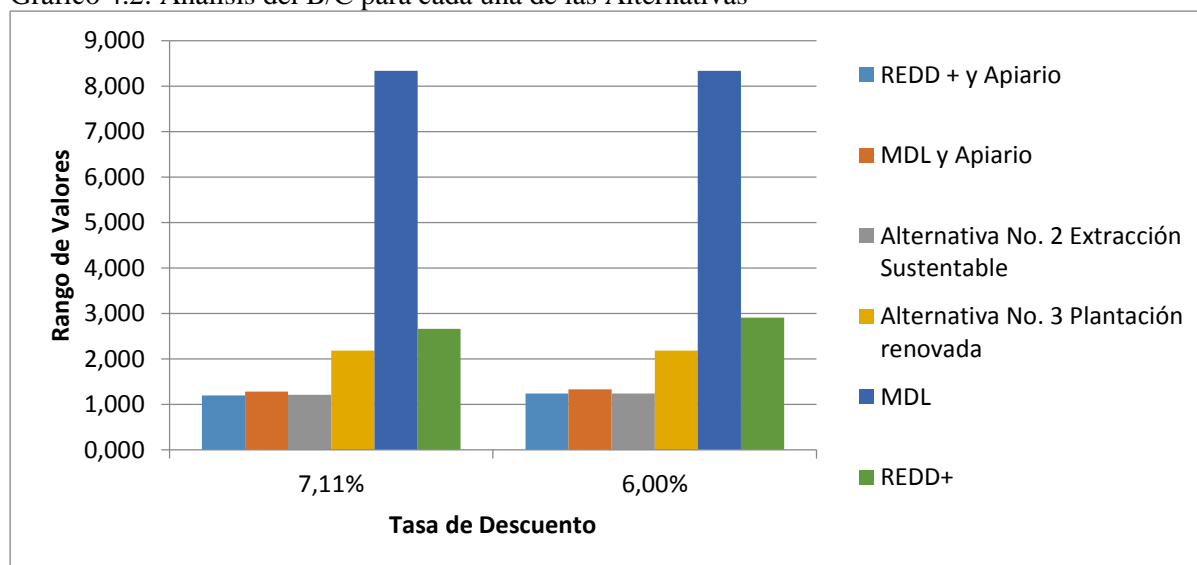
Gráfico 4.1 Análisis del VAN para cada uno de las Alternativas



Fuente: Stefanya Cargua
 Elaborado por: Stefanya Cargua

El VAN positivo de los escenarios muestra que las alternativas generan valor, REDD+ y MDL son las más rentables, disminuye su VAN cuando se las combina con el Apiario ya que los gastos de inversión para realizar esta actividad son altos. La alternativa de extracción sustentable es la que tiene el VAN más bajo y al considerar este indicador, sería la alternativa menos accionada.

Gráfico 4.2: Análisis del B/C para cada una de las Alternativas



Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Al analizar la relación beneficio costo, todos los escenarios cubren los costos y generan un ingreso adicional, para los escenarios de REDD+ y Apiario, MDL y Apiario y extracción sustentable el ingreso a obtener es menor por lo que serían las alternativas menos opcionadas, mientras que la alternativa MDL muestra que el proyecto cubre los costos y se obtiene 8 veces lo invertido.

Tabla 4.21 Relación tCO₂ y Valor Actual Neto para una tasa de 7,11%

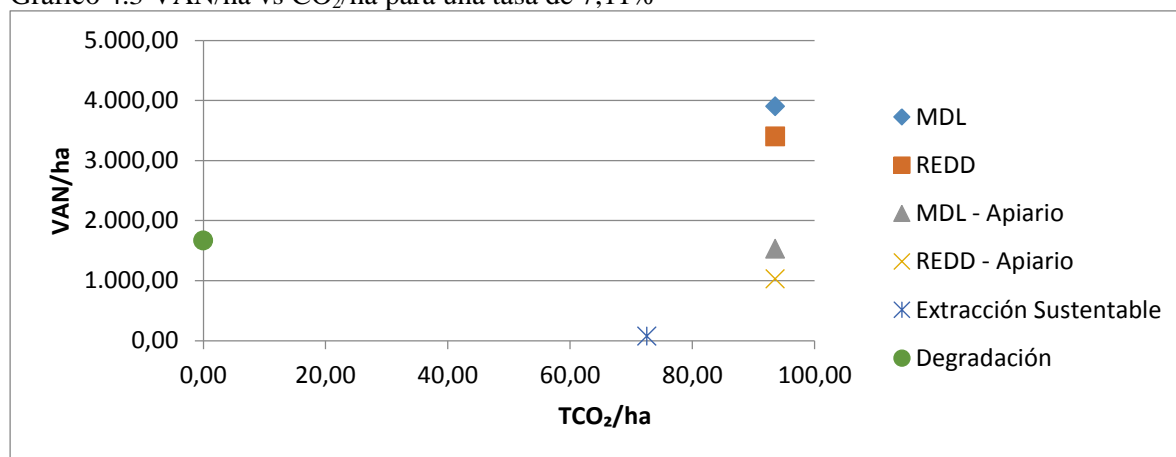
TD 7,11%				
	CO2	CO2/ha	VAN	VAN/ha
MDL	10.574,72	93,58	440.922,96	3.901,97
REDD	10.574,72	93,58	384.297,51	3.400,86
MDL - Apiario	10.574,72	93,58	173.220,82	1.532,93
REDD - Apiario	10.574,72	93,58	116.595,37	1.031,82
Extracción Sustentable	8.198,72	72,56	8.457,49	74,85
Degradación	0,00	0,00	250.291,40	2.214,97

Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

Desde otro punto de vista el análisis entre el VAN/ha y CO₂/ha a una tasa de descuento del 7,11% muestra que entre las cuatro alternativas que no se pierde carbono almacenado se encuentra con el mayor valor actual neto la alternativa MDL en la que se alcanza 3,901.97 USD por ha, mientras que en la alternativa de extracción sustentable se alcanzan 74,85 USD por ha con 72,56 toneladas de carbono por ha. Por último en la alternativa de degradación se alcanzan 1,668.84USD por ha pero sin tener carbono almacenado.

Gráfico 4.3 VAN/ha vs CO₂/ha para una tasa de 7,11%



Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

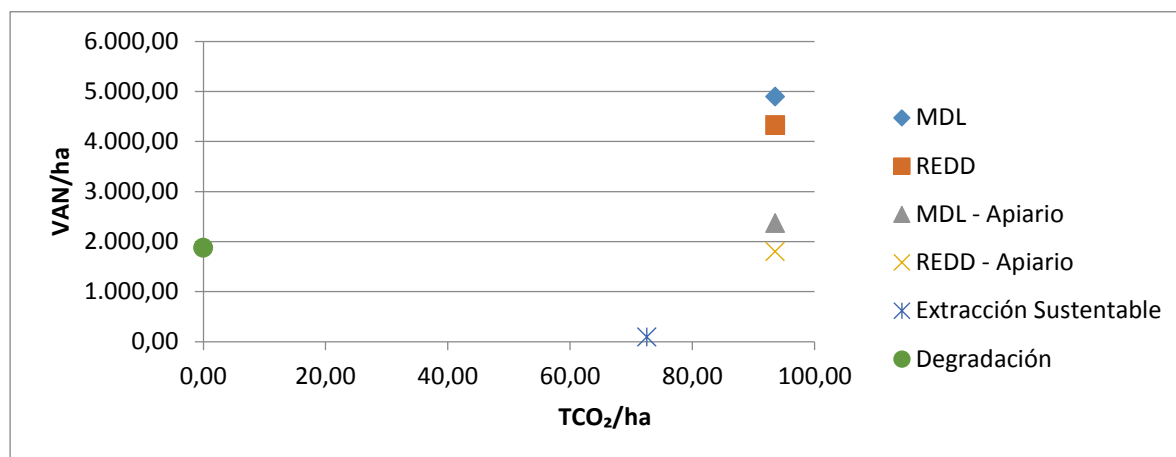
Tabla 4.22 Relación TCO₂ y Valor Actual Neto para una tasa de 6%

TD 6,00%				
	CO ₂	CO ₂ /ha	VAN	VAN/ha
MDL	10,574.72	93.58	552,863.10	4,892.59
REDD	10,574.72	93.58	488,818.45	4,325.83
MDL - Apiario	10,574.72	93.58	267,207.60	2,364.67
REDD - Apiario	10,574.72	93.58	203,162.94	1,797.90
Extracción Sustentable	8,198.72	72.56	10,484.86	92.79
Degradación	0.00	0.00	211,617.66	1,872.72

Fuente: Stefanya Cargua
Elaborado por: Stefanya Cargua

Dicho análisis para una tasa de descuento del 6,00% se muestra el mismo comportamiento que en el análisis anterior donde entre las cuatro alternativas que no se pierde carbono almacenado se encuentra con el mayor valor actual neto la alternativa MDL en la que se alcanza 4.892,59 USD por ha, mientras que en la alternativa de extracción sustentable se alcanzan 92,79 USD por ha con 72,56 toneladas de carbono por ha. Por último en la alternativa de degradación se alcanzan 1.872,72 USD por ha pero sin tener carbono almacenado.

Gráfico 4.4 VAN/ha vs CO₂/ha para una tasa de 6 %



Fuente: Stefanya Cargua

Elaborado por: Stefanya Cargua

A decir del Banco Mundial (2011: 9-5) los escenarios facilitan la toma de decisiones basadas en evidencias para una política más enfocada a la realidad micro y macroeconómica del país y permiten identificar las posibles oportunidades y amenazas de cada uno de los escenarios planteados. El análisis de escenarios considera las consecuencias por cambios en parámetros generales de la economía como política nacional o internacional, regulación de uso de suelo, cambios en los derechos de propiedad, volatilidad del mercado, entre otros. De manera que se presentan a continuación los posibles escenarios a desarrollar en el Ecuador acogiéndose a la estrategia nacional REDD+.

El programa REDD+ busca la conservación, el manejo sostenible de los recursos y aumentar las reservas de carbono a nivel global; sin embargo el programa aún no cuenta con normas claras para la planificación nacional, que contenga todos los usos de suelo posibles en cada país (Banco Mundial, 2011: 9-5)

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), (citado en Banco Mundial, 2011: 9-7) el programa puede aplicarse en cada país desde diferentes enfoques, dependiendo en su mayoría a la definición de bosque que tenga cada país, a continuación se presenta una propuesta de escenarios

	Bosque Natural	Extracción Sustentable	Plantación renovada	REDD+	REDD+ y Apiario	MDL	MDL y Apiario
Bosque Natural	X			X		X	
Plantación			X				
Bosque Intervenido		X			X		X

El cuadro muestra que dependiendo de la actividad económica y/o de conservación que se decida realizar en la Hacienda el Prado, el estado del bosque cambiará. Las columnas son los escenarios planteados en el capítulo y las filas las condiciones del bosque. Si no se realiza ninguna actividad el bosque continúa en estado natural, de igual manera si solo se incluye al bosque dentro del programa REDD o MDL. Por otro lado, si se opta por el escenario de extracción sustentable el bosque pasaría de estado natural a un bosque intervenido, al igual que si se decide ejecutar el programa REDD+Apiario o MDL+Apiario. Finalmente, bajo el escenario de plantación renovada, después de la tala del bosque queda la plantación forestal.

	Bosque Natural	Extracción Sustentable	Plantación renovada	REDD	REDD+Apiario	MDL	MDL+Apiario
(=)CO ₂	X			X	X	X	X
(+)CO ₂							
(-)CO ₂		X	X				

En base al cuadro anterior podemos analizar también el estado de las reservas de carbono del bosque al tomar la decisión de uno de los escenarios. El bosque en estado natural mantiene las reservas de carbono calculadas en el capítulo 2, al igual que los programas de incentivos a la conservación como REDD y MDL y su combinación con la actividad económica de crear un apiario. Contrariamente, los escenarios de extracción sustentable y plantación renovada implicarían una pérdida de las reservas de CO₂.

Al analizar conjuntamente la información de rentabilidad financiera con el planteamiento de escenarios se evidencia que los escenarios más rentables son los programas de incentivos de conservación, debido a que por una parte presentan los VAN más altos, TIR superiores a las exigidas, relaciones B/C que cubren los costos y generan ingresos adicionales y conjuntamente permiten que el bosque mantenga su estado de bosque natural y continúe siendo un sumidero de carbono en 465.393 tn CO₂ equivalente. De manera que existe equilibrio entre lo económico, lo social y lo ambiental, desde la óptica privada por que los escenarios son financieramente rentables, le generan ingresos a la institución, desde la óptica social y ambiental le generan bienestar a la sociedad ya que se continúa aprovechando los servicios ambientales que provee el bosque.

Conclusiones

Luego de terminada la presente investigación cuyo objetivo fue determinar el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado con relación a otras actividades económicas. Se concluye lo siguiente:

De acuerdo al objetivo 1 el bosque de la Hacienda el Prado gracias a sus características generales ecosistémicas y particulares del bosque de eucalipto y especies nativas, ofrece servicios ambientales de aprovisionamiento como: alimentos, materia prima, agua y recursos medicinales; servicios ambientales de regulación por el secuestro y almacenamiento de carbono, regulación del clima local y la calidad del aire, moderación de eventos externos, tratamiento de efluentes, prevención de la erosión del suelo, polinización, control biológico; servicios ambientales de hábitat o soporte ya que dicho bosque se considera hábitat de especies y mantiene la diversidad genética; y finalmente servicios ambientales culturales, debido a que permite la recreación, mejora la salud físico-mental y posibilita la apreciación estética por la cultura, el arte y diseño.

En referencia al objetivo 2 el bosque de la Hacienda el Prado, con un área total de 113 Ha, con pendiente leve y alta y considerando solamente su principal especie el eucalipto, almacena 465.393 tn CO₂ equivalente. De manera que su conservación es de importancia local y regional. El carbono es el principal GEI en provocar el calentamiento global por lo que al transformar de carbono a carbono equivalente la cantidad almacenada se vuelve importante para la investigación.

El análisis de los beneficios por el carbono almacenado en el bosque, muestran que el escenario con mayor beneficio es el escenario de mercado voluntario en el que se obtendrían 4.653.934,66 USD, mientras que el menos favorable es el escenario REDD, en el que solamente se obtendrían 1.894.151,41 USD. Por el art.74 de la constitución ecuatoriana no se puede considerar el escenario de mercado voluntario, sin embargo se está implementando la Estrategia Nacional REDD para establecer bajo que parámetros se incluirían proyectos MDL y REDD.

El objetivo 3 de calcular la rentabilidad financiera de alternativas económicas que podrían incidir en la decisión de conservación del bosque de la Hacienda el Prado, muestra que de acuerdo a resultados financieros la mejor alternativa es el programa MDL alcanzando valores actuales de los flujos de efectivo futuro de 440.922,96 USD para una tasa de descuento del 7,11% y de 552.863,10 USD para una tasa de descuento de 6% mientras que en el programa REDD se alcanzan valores de 384.297,51 USD y 488.818, 45 USD respectivamente. Demostrando que los programas de incentivos de conservación si son financieramente rentables y para la presente investigación incluso los escenarios más rentables de este indicador. Mientras que en la razón costo beneficio se alcanzan 8,33 USD de ingresos por cada dólar de gasto para MDL por 2,66 y 2,91 USD de ingresos por cada dólar de gastos para REDD.

El análisis financiero del escenario del programa REDD y Apiario muestra, flujos negativos en el flujo de caja en los primeros 10 años debido al alto costo de inversión en los 10 apiarios así como todos los costos en los que se debe incurrir dentro de esta actividad económica. Con el pago que realizaría REDD a partir del año 11, el flujo de caja es positivo, demostrando la efectividad del programa de incentivos de conservación REDD frente a la actividad apícola solamente. Un análisis similar se realiza para el escenario de MDL+apiario, ya que a partir del año 16 que se perciben

ingresos por el programa de incentivos MDL la actividad se vuelve rentable, de otra manera no se alcanza a cubrir los costos y la inversión.

Para realizar la actividad apícola se requieren condiciones del bosque específicas y se incurren en altos costos de inversión, que no alcanzan a ser recuperados con los ingresos percibidos por venta de miel en el periodo de análisis, sin embargo es una actividad económica que mejora las condiciones del bosque gracias a la polinización, la cual es un co-beneficio para toda la sociedad.

Cuando ya se termine con la implementación de la Estrategia Nacional REDD, las condiciones pueden variar y obtener resultados diferentes para los escenarios planteados en la presente investigación.

De forma general los resultados de los indicadores financieros para el escenario de plantación renovada muestran valores positivos con las alternativa de tasas de descuento del 7,11% y 6%, el resultados de la Tasa Interna de Rentabilidad es el más alto con 96.93% siendo este superior al interés exigido por el préstamo del banco el valor actual neto y la razón beneficio costo muestran que después de los incentivos de conservación esta actividad económica sería la alternativa más rentable.

El escenario de extracción sustentable en el cual se permite la regeneración del bosque gracias a la ordenación forestal sostenible, permite mantener las condiciones del ecosistema, sin embargo es la alternativa menos rentable económicamente ya que los resultados obtenidos son para una tasa del 7,11% el valor actual neto de 8.457,49 USD y la relación B/C 1,21 USD, mientras que para una tasa de descuento del 6% un valor actual neto de 10.484,86 USD y una relación B/C de 1,24 USD.

El estado del bosque cambiará con la decisión de actividad económica y/o de conservación que se tome, si se incluye al bosque dentro del programa REDD o MDL, las condiciones de bosque natural se mantendrán. Por otro lado, si se opta por el escenario de extracción sustentable el bosque pasaría de se estado natural a un bosque intervenido, al igual que si se decide ejecutar el programa REDD+ y Apiario o MDL y Apiario y bajo el escenario de plantación renovada, después de la tala del bosque queda la plantación forestal.

Las reservas de carbono existentes en el bosque variarán también con la decisión que se tome, de modo que los programas de incentivos a la conservación como REDD+ y MDL mantendrán las reservas de carbono calculadas en la presente investigación así como su combinación con la actividad económica de crear un apiario. Contrariamente, los escenarios de extracción sustentable y plantación renovada implicarían una pérdida de las reservas de CO₂.

Los escenarios con mejores resultados tanto desde una perspectiva económica como desde una perspectiva socio-ambiental son los calculados bajo el programa MDL y REDD+, ya que financieramente son los escenarios más rentables, con VAN altos, TIR que sobrepasan lo requerido y relaciones B/C que muestran ganancias importantes y desde una perspectiva socio-ambiental por que permiten la conservación de las condiciones del bosque y por lo tanto su provisión de servicios ambientales, para el caso específico analizado la captura de carbono. Desde un análisis de economía ambiental ser humano puede convivir de manera sustentable con los recursos que la naturaleza ofrece, utilizándolos para su desarrollo económico evitando daños mayores a la naturaleza.

Recomendaciones

Luego de determinar el costo de oportunidad de la conservación del bosque en la hacienda el Prado con relación a otras actividades económicas, se recomienda lo siguiente:

Realizar análisis periódicos con el fin de determinar si se cumplen o no las proyecciones de ventas y gastos de la alternativa que se seleccione. Dicho análisis permite establecer estimaciones y predicciones sobre el comportamiento de los escenarios anteriormente descritos. Un análisis bien hecho facilita a los altos mandos de la empresa la realización de un acertado diagnóstico actual, y permite detectar las deficiencias y patrones negativos que requieren la aplicación de acciones correctivas, así como también tomar acciones preventivas en caso de problemas potenciales en la operatividad y que afectan al ámbito financiero de la empresa. Este análisis permite también predecir, comparar y evaluar el comportamiento de la organización en un determinado lapso, a fin de conocer la tendencia de la misma y compararla con otras entidades, es decir, realizar benchmarking evaluando sus mejores prácticas.

Mantener una planificación financiera en respuesta a los resultados arrojados por los análisis periódicos realizados. Dicha planificación estratégica fuerza a las personas a pensar en el futuro, en el largo plazo, que es donde las organizaciones sobreviven y prosperan. Generalmente encontramos empresas concentradas en el corto plazo, y está demostrado que estas encuentran muchos más problemas para desarrollarse que las compañías con visión estratégica a largo plazo. El primer beneficio de la planificación estratégica es el crecimiento y rentabilidad a largo plazo. El segundo es la comunicación, ya que permite informar de las intenciones de los gestores a empleados, accionistas y resto de stakeholders.

Se recomienda hacer uso del presente estudio por parte de docentes y estudiantes, con el objetivo de contribuir en sus preparaciones o futuras investigaciones. Hacer uso del presente trabajo como medio docente contribuye a una mejoría en los programas de enseñanza, además de crear bases para el conocimiento del uso de los bosques para aumentar el oxígeno en la atmósfera.

Extender el estudio al resto de las 1.845 unidades vegetales diferentes al eucalipto lo cual permitiría tener un resultado más exacto, y con ello determinar con mayor certeza las proyecciones financieras de cada uno de los escenarios que analicen contribuyendo a una mejor valoración económica y una mejor toma de decisiones por parte de las entidades decisoras.

Realizar la valoración económica total del ecosistema bosque, el cual debe considerar los siguientes aspectos:

- Valor de uso directo del Bosque: El cual incluye, además de la madera productos no maderables, plantas medicinales, banco genético de las especies que lo componen, caza y pesca, recreación y turismo.
- Valor de uso indirecto del Bosque: El mismo incluye la conservación del suelo, la productividad del suelo, la conservación y el almacenamiento de las cuencas hidrográficas.
- Valor de existencia del Bosque: El valor de existencia es el valor de un bien ambiental simplemente porque existe: este valores de orden ético, con implicaciones estéticas, culturales o religiosas. Por ejemplo, para la Hacienda el Prado podrían ser consideradas las áreas verdes, laboratorios de exploración de especies animales y vegetales.

Incrementar las estrategias publicitarias con el fin de dar a conocer en mayor medida los incentivos tributarios para el cuidado y mantenimiento de las zonas forestales. Los incentivos tributarios son medidas legales que suponen la exoneración o una minoración del impuesto a pagar y cuya finalidad es promover determinados objetivos relacionados con políticas productivas como inversiones, generación de empleo estable y de calidad, priorizar la producción nacional y determinados consumos, contención de precios finales, cuidado del medio ambiente etcétera.

Cuidar los bosques es un concepto que puede referirse tanto a políticas gubernamentales que preserven la masa forestal como a las loables iniciativas ciudadanas (desde gestos cívicos hasta el voluntariado) o empresariales que ayudan a que éstos no se deterioren. En política, no siempre se logran grandes cosas por activa, sino también por pasiva. Un ejemplo es la aplicación de normativa verde que apoye las energías renovables o que haga todo lo contrario y, como otra opción, que se apoyen los recursos sostenibles o se penalice la producción industrial que no los utiliza. En tal sentido se recomienda Implementar impuesto reguladores que contribuyan con el cuidado del medio ambiente, pues la función de los mismos es la de incidir en las conductas y decisiones de la población, donde el proceso de recaudación pasa a ser su segundo objetivo. Los fundamentos de los impuesto regulatorios se enmarcan en reglamentar el accionar de ciertas actividades o la propiedad de algunos bienes, tal es el caso de regular los daños y perjuicios que pudiera causar la ejecución de determinadas operaciones, explotación de recursos no renovables así como posesión de grandes extensiones de terrenos. Estos son los casos bajo los cuales Ecuador ha creados impuestos reglamentarios.

Realizar estrategias de marketing social en post de mejorar la conducta de la población para con la naturaleza en general, pues el Marketing Social es aquella herramienta que elabora diseños y programas con la finalidad conocer actitudes y comportamientos del consumidor, y teniendo en cuenta estos análisis, se trata de cambiar, mejorar valores y formas de pensar del público, contribuyen a una mejoría de calidad de vida y de conocimiento de la comunidad, haciendo que esta tenga un mayor ciclo de vida, es decir, las personas tienen el conocimiento y la información almacenada, es posible que mejoren sus tradiciones y comportamiento para beneficio propio, mejorando la alimentación, la higiene, adoptando sanos estilos de vida.

Incrementar otras alternativas de explotación del área del bosque en la que se observe la variación en la curva de oportunidad con pérdida paulatina del carbono almacenado por ha.

Prestar especial atención a las hectáreas con pendiente alta, pues suele ocurrir que durante las épocas de sol y calor, el césped se seca o muere en aquellas partes inclinadas del terreno y colinas. Esto se debe principalmente a que el agua desliza antes de llegar a penetrar en el suelo, provocando la sequía y posibles incendios de dichas zonas.

Cada año, cuando llega el verano, existe el riesgo de que ocurran incendios forestales, que pueden afectar grandes extensiones de bosques y vegetación natural, causando daños de índole social, económico y ecológico. En tal sentido y por las características geográficas del lugar anteriormente descritas se recomienda trazar un plan de medidas para prevenir los incendios forestales, entre las que se pueden encontrar labores operativas preventivas, educación ambiental, vigilancia y alerta temprana en zonas de mayor susceptibilidad.

De igual manera se recomienda establecer un plan de contingencia para el caso de que este se genere, cuyo objetivo será el de tratar de disminuir o minimizar el impacto que un éste puede provocar teniendo en cuenta que, en primer lugar se velará por la seguridad personal y, a continuación, por minimizar los efectos materiales de un hipotético incendio.

Se recomienda realizar actividades de tratamiento al suelo del bosque, como fin hacer que el suelo mejore sus condiciones, controlar la infección del suelo por plagas y enfermedades, evitar la pérdida del suelo y favorecer la infiltración y mantenimiento de la calidad del agua. Hay actividades que requieren maquinaria pesada, como el rastreo y el subsuelo, que tienen como fin ayudar a descompactar los suelos o mejorar suelos erosionados. En algunos casos se usan fertilizantes para mejorar la productividad del bosque. El uso de productos químicos en el bosque puede afectar al hábitat de especies importantes de flora y fauna, así como al agua que se infiltra o que corre por los arroyos, por lo que hay que tomar las decisiones de su uso con cuidado y responsabilidad. Si el predio está certificado y se quieren usar productos químicos, deberán de consultarse las reglas de la entidad certificadora.

Trazar estrategias de forestación complementaria, con el uso de plantas de producción en viveros para complementar la regeneración natural. Se hace en casos de que el bosque no se genere de forma natural o ante los efectos de incendios. Idealmente, la planta usada en estas actividades debe de ser de una fuente local, de los mismos bosques que fueron cortados, producidos con plantas producidas a partir de semillas que provengan de la misma región para favorecer el establecimiento y desarrollo de los árboles.

Considerar técnicas de ordenación forestal sostenible para mejorar las condiciones del bosque:

- Cortas de salvamento, recuperación o rescate para eliminar o sacar árboles muertos o lesionados por perturbaciones como borrascas, incendios, heladas o sequías. Es importante notar que los árboles muertos en pie son el hábitat de muchas especies de flora y fauna, por lo que es importante tomar las decisiones sobre lo que se corta y lo que se deja en pie considerando las necesidades de las plantas y animales que necesitan de estos hábitats.
- Cortas de saneamiento, las mismas se aplican cuando el bosque o algún rodal son afectados por plagas o corre el riesgo de serlo. Su objetivo es evitar que las enfermedades y plagas se contagien a otros árboles causando un problema más grande.

Bibliografía

- Aguirre, Marcela, Daniel Laguía, y Alfonso Malky (2013) *Costos de oportunidad de evitar la deforestación en el Área de Amortiguamiento de la Zona Baja de la Reserva Ecológica*. Cotacachi Cayapas (RECC): Conservation Strategy Fund.
- Alexander, Gordon, Sharpe, William y Bailey, Jeffrey (2003) *Fundamentos de Inversiones Teoría y Práctica* (3ª ed.) México: Pearson Education
- Álvarez, Carlos Andrés y Casamin, Henry (2013) *Diseño de un plan de manejo forestal para el bosque de la Hacienda el Prado*. Sangolquí: Escuela del Ejército.
- Anón (1992) *Eucalyptus: curse or cure The impacts of Australia's 'world tree' in other countries*. ACIAR Bulletin. Australian Centre for International Agricultural Research.
- Arce, Marcelo (2009) *Normal climática y distribución de la Hacienda El Prado*. Sangolquí, Ecuador: Laboratorios IASA.
- Asamblea Nacional Constituyente del Ecuador (2008). *Asamblea Nacional*. Recuperado de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf (Consulta: 08 de 12 de 2014).
- Azqueta, Diego (2002). *Introducción a La Economía Ambiental*. 1a edición. Madrid: McGraw-Hill.
- Banco Mundial (2010) *Estimando Los Costos de REDD a Nivel de País*. Banco Mundial.
- Balvanera, Patricia, y Helena Cotler (2007). *Los servicios ecosistémicos y la toma de decisiones: retos y perspectivas*. Revista julio-diciembre de 2007. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/539/53908512.pdf> (Consulta: 9 de marzo de 2016).
- Barrantes, Gerardo, Chaves Henry, & Vinueza Marco (2000) *El Bosque en el Ecuador*. Recuperado de <http://comafors.org/wp-content/uploads/2010/05/El-Bosque-en-el-Ecuador.pdf> (Consulta: 10 de abril de 2016).
- Recuperado de <http://finanzascarbono.org/mercados/mecanismo-desarrollo-limpio/preguntas-frecuentes-sobre-mdl/> (Consulta: 9 de marzo de 2016).
- Boletín Técnico (2015) *Boletín Técnico. Volumen 12*, Serie Zoológica.
- Burch, E, y W Henry (1974) *Opportunity costs: an experimental approach, Journal of Accounting Research, volumen 12*. Journal of Accounting Research.
- Carrión, Daniela y Chiu Marco (2011) *Documento del Programa Nacional-Ecuador*. Da Lat, Vietnam.
- CDM Watch (2010) *Manual del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*. CDM Watch.
- CEPAL (2010) *Comisión Económica para América Latina y el Caribe. La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Chang, ManYu (2005) *La economía ambiental. Red internacional de migración y desarrollo*. Recuperado de http://rimd.reduaz.mx/coleccion_desarrollo_migracion/sustentabilidad/Sustentabilidad9.pdf (Consulta: 17 de mayo de 2016).
- CIFOR (2009) *Sencillamente REDD*. Recuperado de http://www.cifor.org/publications/pdf_files/media/MediaGuide_REDD_Spanish.pdf
- Clavijo, Y., Lara, t., Guamám, G., Puchaicela, G. (2015) *Album de plantas alimenticias y forrajeras*. ISSUU. Recuperado de https://issuu.com/geovannapuchaicela/docs/album_vegetal_1.1.1.compressed.
- CMNUCC (2007) *¿Qué es REDD+ Finanzas Carbono: Financiamiento climático para Latinoamérica y el Caribe*.
- Cordero, Doris, Alonso Moreno-Dias, y Marina Kosmus (2008) *Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales*. Quito: Ministerio de Ambiente.
- Economics for the Environment Consultancy (2005) *The Economic, Social and Ecological Value of the Ecosystem Services: A Literature Review*. Londres: The Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra).
- Ecosystem Valuation (s.f.). *The Big Picture*. Recuperado de http://www.ecosystemvaluation.org/big_picture.htm (Consulta: 11 de julio de 2016).

- FAO (2009) Quebec: *Mercados de Carbono*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/012/i1632s/i1632s02.pdf> (Consulta: 10 de abril de 2016).
- FAO (2010) Quebec: *Ordenación Forestal Sostenible*.
- FAO (2011) Barcelona: *Cálculo de la Tasa Social de Descuento para Proyectos*. Prisma Ediciones.
- FAO (2012) Quebec: *El estado de inseguridad alimentario*.
- FAO (2014) Chicago: *Análisis Intertemporal de Pesquerías*.
- FAO (2014) Quebec: *FAO Forestry*. Recuperado de <http://www.fao.org/forestry/84884/es/> (Consulta: 10 de abril de 2016).
- FAO (2014) **Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe**. Santiago de Chile :FAO
- FAO (2015) Costa Rica: *Disminución de recursos y aumento de necesidades*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/006/y4435s/y4435s09.htm> (Consulta: 5 de mayo de 2016).
- Franquis, Félix, y Ángel Infante (2004) *Los bosques y su importancia para el suministro de servicios ambientales*, *Revista Natural*.
- GAD de Pichincha (2015) *Caracterización Cantonal y Parroquial: Cantón Rumiñahui* Recuperado de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/7rumin/114_cantonruminahui.pdf (Consulta: 20 de marzo de 2016)
- Gobierno de Rumiñahui (2015) *PDOT*. Recuperado de http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2&Itemid=159&lang=es
- Green Facts (2007) *Recursos Forestales*. Recuperado de <http://www.greenfacts.org/es/recursos-forestales/index.htm#1>. (Consulta: 9 de marzo de 2016).
- Greenpeace (2010) *México ante el cambio Climático, Evidencias, Impactos, Vulnerabilidad y adaptación*. México: Greenpeace.
- Greiber, Thomas. (2010). *Pagos por Servicios Ambientales. Marcos Jurídicos e Institucionales*. UICN, Gland, Suiza.
- Grupo Empresarial ENCE (2009) *La gestión forestal Sostenible y el Eucalipto*. Grupo Empresarial ENCE S.A.
- Guerinot, Mary Lou y Salt David (2001) *Fortified foos and phytoremediation*. *Plant Physiology* 125: 164-167
- Hauwermeiren, Saar Van (1999) *Manual de Economía Ecológica*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Heredia, D., Paez, D (2008) *Monitoreo de las emisiones de combustión en fentes fijas en industrias del cantón Rumiñahui*. Sangolquí, Ecuador.
- Introducción a los servicios ambientales (2011) *Forest trends*. Rebecca Vonada. Recuperado de http://forest-trends.org/documents/files/doc_2639.pdf (Consulta: 6 de marzo de 2016).
- Iñiguez, J., Montoya, D (2007) *Estudio del impacto ambiental de relleno sanitario para disposición final de residuos urbanos del cantón Rumiñahui en el sitio El Carmelo*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- IPCC (2014) *Cambio Climático: Mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico*. Reino Unido y Estados Unidos de América: Cambridge y Nueva York: Cambridge University Press.
- IPCC (2007) *Cambio Climático 2007: Informe de síntesis*. Suiza, Ginebra: IPCC.
- IUFRO (2008) *Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal*. Recuperado de <http://www.iufro.org/es/discover/la-union/>.
- Izko, Xavier, y Buerneo, Diego (2003) *Herramientas para la valoración y gestión forestal sostenible de los bosques sudamericanos*. Unión Mundial para la Naturaleza, Unión Mundial para la naturaleza, Oficina Regional para Suramérica. Quito: Imprenta Mariscal.
- Just, Richard, Darrel Huelt, y Andrew Schntz (1982) *Applied welfare economics and public policy*. Nueva Jersey, Michigan: Pearson Education.
- Klein, Maria, Vaissière Bernard, H Cane James, Steffan-Dewenter Ingolf, Cunningham Saul, Kremen Claire y Tscharntke (2007) *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*.
- Kolstad, C (2000) *Environmental Economics*. First edition . Oxford: Oxford University Press.
- Krutilla, John (1967) *Conservation Reconsidered*. *The American Economic Review*.» Estados Unidos.

- Labandeira, Xavier, Carlos León, y Mario Vázquez (2007) *Economía Ambiental*. Madrid: Pearson Education S.A.
- Layard, Richard (1978) *Análisis costo-beneficio*. Fondo de Cultura Económica.
- León, H (2006) *Caracterización del bosque de eucalyptus globulus de la hacienda El Prado*. Ciencias Agropecuarias-Iasa, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí.
- López, Marco, y Joshua López Gordo (2007) *Normativa sobre el registro contable*. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente.
- MAE (2009) *Política Ambiental Nacional*. Quito: MAE
- MAE (2010) *Estrategia Nacional REDD+*. Quito: MAE
- MAE (2015) *Resultados de la Evaluación Nacional Forestal*.
- Martínez, Carlos (2004) *El blog verde*. Recuperado de <http://elblogverde.com/>.
- Martínez, Rodrigo (2008) *Guía Conceptual y Metodológica para el Diseño de Esquema de Pagos por Servicios Ambientales en Latino-América y el Caribe*. Departamento de Desarrollo Sostenible, Organización de Estados Americanos, Washington D.C.: OEA.
- Mateos, Ana, y Iñaki Bilbao (2007) *Planificación contable y derechos de emisión de gases de efecto invernadero*. Revista Universo Contábil.
- Martínez Rosa, Azpíroz Hilda, Rodríguez José Cetina Victor y Gutiérrez M (2006) *Importancia de las plantaciones forestales de Eucalyptus*. Sinaloa:Ra Ximhai
- Mendieta, Juan Carlos (2000) *Economía Ambiental*. Santa Fe de Bogotá: Universidad de los Andes.
- Ministerio de Ambiente (2008) *Manual para el desarrollo de mecanismos de pago/compensación por servicios ambientales*. Quito.
- Ministerio del Ambiente (2012) *Programa Redd*. Quito : Documento Corporativo.
- Ministerio de Ambiente (2012) *Cobertura de vegetación natural*. Quito: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente (2015) *Conservación de los bosques*. Quito: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente (2012) *MAE presentó oficialmente el Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental Carbono Neutral*. Quito.
- Ministerio de Ambiente (2000) *Situación de los recursos naturales*. Quito.
- Ministerio del Ambiente (2012) *Línea base de deforestación del Ecuador Continental*. Quito.
- Ministerio del Ambiente (2012) *Programa Nacional Conjunto ONU-REDD*. Ecuador.
- Muñoz, Carlos (2005) *Bienes y Servicios ambientales*. División de Desarrollo Sostenible. Santiago de Chile.
- ONU (1987) *Informe Brundland*. Oxford: Oxford University Press.
- ONU (2015) *Documento de Ordenación Forestal*. Documento de la Organización de las Naciones Unidas. Washington.
- Ordóñez Díaz, José Antonio (2008) *Como entender el manejo forestal, la captura del carbono y el pago de los servicios ambientales*. México: Ciencias.
- Oyama, Ken, y Alicia Castillo (2006) *Manejo Conservación y restauración de recursos naturales en México*. México: Siglo XXI Editores, S.A.
- Pardiñas, U., Abba, A., Merino, M (2004) *Micromamíferos (Didelphimorphia y Rodentia) del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Argentina): Taxonomía y Distribución. Mastozoolología Neotropical 11*.
- Pardos, José Alberto (2010) *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el Calentamiento Global*. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Pearce, David, y Dominic Moran (1994) *El valor económico de la biodiversidad*. Londres: Publicaciones Earthscan Ltd.
- Pearce, David, y Kerry Turner (1990) *Economics of Natural Resources and the Environment*. Washington D.C.: The John Hopkins University Press.
- Pozo, Diana (2010) *Estudio de las áreas potenciales para la reforestación en la Hacienda El Prado IASA I Sangolquí*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército.
- Pozo, W., Olmedo, I., Espinoza, S. (2006) *Diversidad rodentológica en remanentes de bosque nativo y cercas vivas de la hacienda El Prado, serranía ecuatoriana*. Sangolquí, Ecuador: Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I.
- Quezada, J. (2011) *Utilización de tres niveles de stevia rebaudiana en alimentación de broilers y su influencia en flora y desarrollo intestinal*. Sangolquí, Ecuador.

- Riera, Pere, Dolores García, Kriström Bent, y Runar Brännlund (2011) *Manual de Economía ambiental y de los recursos naturales*. Primera. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Robertson, Nina, y Sven Wunder (2005) *Huellas frescas en el bosque. Evaluación de iniciativas incipientes de pagos de servicios ambientales en Bolivia*. Bogor: Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR).
- Romero, R. (2014) *Construcción de la huella de carbono y logro de carbono neutralidad en el sistema de tratamiento de agua potable mica Quito Sur, de la Empresa Pública Metropolitana De Agua Potable Y Saneamiento De Quito (EPMAPS)*. Sangolquí, Ecuador: Vicerrectorado de investigación, transferencia de tecnología e innovación.
- Rügnitz Tito, Marcos (2010). *Aprendiendo sobre Pagos por Servicios Ambientales*. Forest Trends.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2009) *Cambio Climático*. México DF: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013) *Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013 - 2017*. Recuperado de <http://www.planificacion.gob.ec/biblioteca/>
- SINIA (2010) *¿Qué es el mercado del carbono?*. Recuperado de <http://www.sinia.cl/1292/w3-article-48293.html>.
- Stern, Nicolas (2007) *Review in the Oxonia*.
- UICN (2012) *Manual para la implementación de mecanismos de pago por servicios ambientales (PSA) basado en la experiencia del Proyecto Tacaná de la UICN*. San Marcos: Ambiens Infinitus.
- Varian, Hal R (2006) *Microeconomía intermedia: Un enfoque actual*. Editado por Antoni Bosch. Barcelona.
- Villegas, Samanta (2015) *Evaluación de la estructura de incentivos económicos del Programa Socio Bosque, mediante el modelo de Análisis Costo Beneficio*. Disertación, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito: Universidad Central del Ecuador,.
- White, Douglas, Peter Minang y Noorwijk Meine van (2011) *Estimación de los Costos de Oportunidad de REDD+*. *Manual de Capacitación*. Washington DC: Banco Mundial
- White, Douglas (2011) *Como Estimar los Costos de Oportunidad de REDD+*. Cali, Colombia: Asociación para los Márgenes de bosques Tropicales
- Winchester, Lucy (2011) *Planificación Estratégica y Políticas Públicas*. ILPES/CEPAL, Guatemala: CEPAL
- World Commission of Protected Areas (1998) *Economics Values of Protected Areas: Guidelines for Protected Area Managers*. IUCN, Gland: World Commission of Protected Areas.
- Wunder, Sven (2005) *Pagos por servicios ambientales. Principios básicos esenciales*. Occasional Paper No.42(2), CIFOR, Jakarta: CIFOR.
- WWF (2007) *Perú-Programa de agua dulce. Pagos por Servicios Ambientales*.
- Yañez, M, Vera, F., Simonetti, J., Grez, A. (1999) *Small mammals of forest islands of the Beni Biological Station*. Bolivia. *Mastozoología Neotropical* 6: 135–138.

