



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO

LÍNEA: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

TESIS

VALORACIÓN DE LOS BIENES ECONÓMICOS Y SERVICIOS

AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS DE *Pinus patula*, ESTABLECIDOS

EN EL DISTRITO DE CUTERVO

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Oscar Inoñan Palacios

Asesor:

Marcial Mendo Velasquez

Cajamarca, Perú

Septiembre de 2014

COPYRIGHT © 2014 by
OSCAR INOÑAN PALACIOS
Todos los derechos reservados



MAESTRÍA EN CIENCIAS

MENCIÓN: PLANIFICACIÓN PARA EL DESARROLLO

LÍNEA: DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

TESIS APROBADA

VALORACIÓN DE LOS BIENES ECONÓMICOS Y SERVICIOS

AMBIENTALES DE LOS ECOSISTEMAS DE *Pinus patula*, ESTABLECIDOS

EN EL DISTRITO DE CUTERVO

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presentada por:

Oscar Inoñan Palacios

COMITÉ CIENTÍFICO:

Dr. Berardo Escalante Zumaeta
Presidente Comité

M.Cs. Hector Gamarra Ortiz
Primer miembro titular

M.Cs. Victor Rodriguez Lescano
Segundo miembro titular

Dr. Juan Chavez Rabanal
Miembro accesitario

Dr. Marcial Mendo Velásquez
Asesor

Fecha: 26, Septiembre de 2014

A:

A DIOS: *Por iluminar mi mente para obrar bien cada día*

A MIS PADRES: *Quienes a pesar de haberlos perdidos, siento que están conmigo siempre y en cada instante, sé que este momento hubiera sido tan especial para ellos como lo es para mí.*

A MI FAMILIA: *Por quien me inspiro cada día, para luchar y ser ejemplo de perseverancia y superación, en especial a mis hijos.*

CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTO	ix
LISTA DE ABREVIACIONES.....	x
GLOSARIO	xii
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
Planteamiento del problema.....	5
Formulación del problema	7
Justificación del problema.....	7
Objetivos	8
Hipótesis.....	8
Alcances de la investigación	8
CAPITULO II MARCO TEÓRICO	10
BIENES Y SERVICIOS EN EL MUNDO.....	10
Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.....	10
Bienes y servicios ambientales.....	11
Teorías de valoración de bienes y servicios	14
Plantaciones forestales	16
Ecosistemas forestales.....	18
Captura de Carbono.....	21
Hongos comestibles	23

BIENES Y SERVICIOS EN EL PERÚ.....	25
Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.....	25
Plantaciones forestales	27
Captura de Carbono.....	29
Hongos comestibles	30
BIENES Y SERVICIOS EN CUTERVO.....	31
Valoración económica de los bienes y servicios ambientales.....	31
Plantaciones forestales	31
Hongos comestibles	32
CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS	34
Biomasa.....	36
Madera y leña.....	39
Hongos comestibles	41
CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	44
Discusión de la variable Biomasa	48
Discusión de la variable Hongos Comestibles	50
Discusión de la variable Valor económico de los bienes y servicios.....	52
CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	64
Conclusiones	64
Recomendaciones.....	66
Lista de referencias bibliográficas.....	67
Anexo 1: Costos de producción de un vivero	74
Anexo 2: Costos de producción de 10 has de plantación.....	75
Anexo 3: Costos de producción de 10 has de podas	76
Anexo 4: Costos de recolección de 01 ha de hongos comestibles	77

Anexo 5: Determinación de Biomasa y carbono.....	79
Anexo 6: Determinación de madera.....	80
Anexo 7: Determinación de leña.....	80
Anexo 8: Escenario 1, valoración total de bienes y servicios	81
Anexo 9: Escenario 2, valoración de solo bienes.....	83

LISTA DE ILUSTRACIONES

FOTOS	Página
1. Plantaciones de <i>Pinus patula</i>	43
2. Trabajos de laboratorio.....	87
3. Muestras de trozas de fuste.....	87
4. Toma de datos de biomasa en fase de campo.....	88
5. Toma de muestras de acículas secas.....	88
6. Pesadas de ramas y fuste	88
7. Evaluación del DAP	89
8. Evaluación hongos comestibles.....	89
9. Hongos comestibles en plantaciones de pinos.....	89
TABLAS	
1. Ejemplo de valoración ambiental	15
2. Principales características obtenidas en las plantaciones de pino	45
3. Densidad de las plantaciones de pino.....	46
4. Cantidad de leña	47
5. Sistematización de resultados para determinar biomasa y carbono total	48
6. Sistematización de resultados para determinar hongos comestibles	51
7. Costos de producción e ingresos por hectárea de los bienes y servicios de las plantaciones forestales.....	54
8. Egresos e ingresos totales	57
9. Proyecciones para un horizonte de 25 años.....	59
10. Indicadores económicos en diferentes escenarios	62

AGRADECIMIENTO

La realidad demuestra que la magnitud de este trabajo, no hubiera sido posible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas, para que la presente tesis llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero honor utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

Primeramente agradecer a Dios por darme la fortaleza cuando a punto de caer he estado, iluminarme y hacer realidad este sueño tan anhelado

Agradecer especialmente al Dr. Marcial H. Mendo Velásquez, por aceptarme para realizar esta tesis de Maestría bajo su dirección. Su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte importante.

Mi agradecimiento a los integrantes del comité científico: Dr. Berardo Escalante Zumaeta, M.Cs. Hector Gamarra Ortiz, M.Cs. Victor Rodriguez Lescano y Dr. Juan Chavez Rabanal. Todos ellos hicieron aportes importantes y correcciones para la culminación de esta presente tesis de maestría.

Mi agradecimiento a los trabajadores de AGRO RURAL Cutervo y a los comuneros de la comunidad de La Llica, La Congona, San Felipe y Yanapaccha por el apoyo recibido durante la toma de muestras del presente trabajo.

Agradezco también a los trabajadores del laboratorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Filial Cutervo, por su colaboración con los materiales y equipos usados en la culminación de este trabajo.

Son muchas las personas que me han apoyado en esta etapa, a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

EL AUTOR

LISTA DE ABREVIACIONES

AGRORURAL:	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
ANP:	Áreas Naturales Protegidas
B/C:	Beneficio Costo
C:	Carbono
CATIE:	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CEPAL:	Comisión Económica para América Latina y El Caribe
CGIAR:	Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional
CO ₂ :	Dióxido de Carbono
CONAM:	Consejo Nacional del Ambiente
DAP:	Diámetro a la altura del pecho
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FONAM:	Fondo Nacional del Medio Ambiente.
FONDEF – UACH:	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico de la Universidad de Chile.
FRA:	Recursos Forestales Mundiales
GEI:	Gases Efecto Invernadero
Ha:	Hectárea
ICRAF:	Centro Mundial de Agroforestería
IUFRO:	Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal
M ³ :	Metro cúbico
MDL:	Mecanismos de Desarrollo limpio
ONU:	Organización de Naciones Unidas
PNUD:	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
PROCLIM:	Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire
PRONAMACHCS:	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos.
SINANPE:	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado

T ^e :	Toneladas esperadas
TIR:	Tasa interna de retorno
TSD:	Tasa social de descuento
VAN:	Valor actual neto
WRM:	Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales

GLOSARIO

Altura comercial: Es la longitud de un tronco, desde su parte inferior o Tocón hasta su extremo superior aprovechable, diámetro mínimo comercial, o donde empiezan las ramificaciones de la copa del árbol.

Altura total: Es la distancia vertical entre el nivel del suelo y el extremo superior del árbol o ápice de la copa.

Árbol: Planta leñosa perenne con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo, con varios tallos, que tenga una copa más o menos definida. Incluye: bambúes, palmeras y otras plantas leñosas que cumplan con los criterios señalados.

Área basal: El área bisimétrica o área basal es el área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura de 1,30 m. Para un árbol se denomina “g”, y para un rodal “G”.

Bienes: Son aquellos que se adquieren en el mercado pero pagando por ellos un precio, son materiales e inmateriales que poseen valor económico, y que por ende son susceptibles de ser valuados en términos monetarios. El término bien es utilizado para nombrar cosas que son útiles a quienes las usan o poseen. En el ámbito del mercado, los bienes son cosas y mercancías que se intercambian y que tienen alguna demanda por parte de personas u organizaciones que consideran que reciben un beneficio al obtenerlos.

Biomasa: La biomasa forestal se define como la materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal, tanto por encima como por debajo del suelo.

Corteza: Es el conjunto de tejidos primarios y capas de fibra vegetal que envuelve la parte exterior de algunas plantas y árboles.

Dap: Diámetro a la altura del pecho o diámetro normal, es el diámetro del árbol en pie a 1,30m de altura sobre el nivel del suelo.

Fuste: Es la parte del tronco que se comercializa, comprendida entre el tocón y el inicio de las primeras ramificaciones de la copa.

Leña: Es la madera utilizada para hacer fuego. Es una de las formas más simple de biomasa usada mayormente para calefactar y cocinar, es extraída de los árboles

Pago de Servicios Ambientales: Las personas que viven en bosques y selvas reciben el apoyo económico a cambio de la conservación de los ecosistemas forestales

Plantación de protección: Se realiza con la finalidad de proteger los recursos, por lo tanto es de carácter permanente, su aprovechamiento obedece a un plan específico, sus principales finalidades son conservar el suelo, crear condiciones para la acumulación del agua, el desarrollo y de flora y fauna silvestre, y para el mejoramiento del clima.

Plantaciones forestales: Rodales forestales establecidos mediante plantación y/o siembra durante el proceso de forestación o reforestación. Pueden estar formados por: especies introducidas (todos los rodales plantados), o por rodales de especies autóctonas sujetos a una explotación intensiva, que cumplen los siguientes requisitos: una o dos especies en el momento de la plantación, clase de edad homogénea y espaciamiento regular.

Productos forestales no maderables: Productos para el consumo humano: alimentos, bebidas, plantas medicinales y extractos (por ej. frutas, bayas, nueces, miel, carne de animales de caza, hongos, entre otros). Pienso y forraje (pradera para pastoreo). Otros productos no madereros (tales como corcho, resinas, taninos, extractos industriales, lana y pieles, trofeos de caza, árboles de Navidad, follaje decorativo, musgos y helechos o aceites esenciales y para cosméticos).

Reforestación: Establecimiento artificial de árboles en tierras que anteriormente tenían bosque y que entraña el reemplazo de especies nativas por una especie o variedad genética nueva y esencialmente diferente.

Secuestro de carbono: Es el proceso de extracción del carbono o del CO₂ de la atmósfera y almacenarlo en un depósito. La fotosíntesis es el principal mecanismo de secuestro de carbono. Las bacterias fotosintéticas, las plantas y la cadena alimentaria, son consideradas como sumideros de carbono.

Servicios ambientales: Es el conjunto de condiciones y procesos naturales que ofrecen los ecosistemas por su simple existencia y que la sociedad puede utilizar para su beneficio (reconociendo a su vez que la obtención de dichos beneficios implica costos ambientales).

Servicios forestales: Protección (contra la erosión de los suelos provocada por el viento o el agua, las avalanchas, los aludes de piedras o lodo, la inundación, la contaminación del aire, el ruido u otros fenómenos). Valores sociales y económicos (por ej. caza y pesca; otras actividades para el tiempo libre, tales como recreativas, deportivas y turísticas). Valores estéticos, culturales, históricos, espirituales y científicos (tales como paisajes y encantos naturales).

Silvicultura (del latín silva, selva, bosque, y cultura, cultivo) es el cuidado de los bosques, cerros o montes y también, por extensión, la ciencia que trata de este cultivo; es decir, de las técnicas que se aplican a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua y sostenible de bienes y servicios demandados por la sociedad. Estas técnicas se pueden definir como tratamientos silvícolas, cuyo objetivo es garantizar dos principios básicos: la persistencia y mejora de la masa (continuidad en el tiempo y aumento de su calidad) y su uso múltiple.

Sumidero de carbono: Es un depósito natural o artificial de carbono, que absorbe el carbono de la atmósfera y contribuye a reducir la cantidad de CO₂ del aire. Los principales sumideros eran los procesos biológicos de producción de carbón, petróleo, gas natural, los hidratos de metano y las rocas calizas. Hoy día son los océanos, y ciertos medios vegetales (bosques en formación).

Tocón: Es la parte del árbol unida a las raíces que queda en el suelo después de ser cortado el árbol. Normalmente tiene una altura aproximada de 0,3 m. cuando hay ambas, la altura del tocón va hasta un punto en el tronco arriba de las gambas

Valoración: Es un proceso por el cuál tratamos de asignar valor a las cosas. Tratamos de determinar el grado de utilidad que reportará a sus usuarios o propietarios.

Valoración económica: Es todo intento de asignar valores a los bienes y servicios proporcionados por los recursos ambientales independientemente de si existe o no precios de mercado que nos ayuden hacerlo. Mide y compra beneficios que brindan los ecosistemas.

Valor: Precio de una cosa. Importancia que concedemos a los bienes para la satisfacción de las necesidades.

Volumen: Son las existencias expresadas en $m^3 ha^{-1}$, como el Volumen vivo de los árboles en pie, medido con corteza desde el tocón hasta la punta de la copa. Incluyen todos los árboles con un diámetro superior al diámetro de referencia que se haya determinado (diámetro a la altura del pecho, DAP).

RESUMEN

La evaluación permitió, conocer el valor económico y la rentabilidad que se puede obtener por la comercialización de los bienes (Madera, leña y hongos comestibles) y servicios (captura de CO₂) de las plantaciones de *Pinus patula* en la provincia de Cutervo, Región Cajamarca; calculándose que para el año 2013 existen aproximadamente 3,000 hectáreas reforestadas, donde los propietarios de las tierras son quienes desconocen el valor económico de sus bosques. En tal sentido se evaluaron 459 individuos de 4, 6 y 12 años en un lote de 250 hectáreas, para determinar biomasa, madera, leña, hongos comestibles y calcular el valor económico de dichos bienes y servicios; determinándose que las plantaciones han capturado a los 4 años 2.057,76 t-e C; a los de 6 años 4.310,89 t-e C y a los 12 años 4.864,57 t-e C; en cuanto a hongos comestibles, las diferencias de producción encontradas en plantaciones con edades de 4 y 6 años es mínima; a los 4 años la producción es de 1.472,98 kg/ha y a los 6 años es de 1.546,22 kg/ha de hongos frescos; mientras que en plantaciones de 12 años, los gastos de recolección y procesamiento son mayores a los ingresos recibidos por las ventas, es decir no existe rentabilidad. Del mismo modo se realizó la valoración económica de las 250 ha, encontrándose una producción de 41.192,6 t de CO₂-e; 9.749,4 m³ de madera; 1.680,9 m³ de leña y 60,3 t-e de hongos deshidratados por un valor económico de s/. 1.767.593,5; asimismo, se realizó la valoración económica de las 250 has para un horizonte proyectado de 25 años en tres escenarios distintos de valoración a una tasa de descuento de 18% demostrándose una rentabilidad significativa, en el primer escenario de valoración del potencial total de bienes y servicios el VAN es s/. 2.078.795,69, la TIR 27.55% y el B/C es 2,09; para el escenario de valoración de solo bienes el VAN es s/. 7.035,78, la TIR 18.06% y el B/C de 1,0; y el tercer escenario de valoración de solo servicios el VAN es s/. 1.044.091,61, la TIR 23.04% y el B/C es 1,86.

Palabras clave: CO₂, biomasa, leña, madera, hongos comestibles, bienes y servicios, valoración económica.

ABSTRACT

The evaluation, permitted to know the economic value and profitability that can obtain from the sale of goods (wood, firewood and edible mushrooms) and services (CO₂ captured) plantations of *Pinus patula* in the town of Cutervo, Region Cajamarca; In the year 2013 there will be about 3, 000 hectares reforested, where landowners are those who don't know the economic value of their forests. In this regard 459 individuals of 4, 6 and 12 years were evaluated in a batch of 250 hectares, to determine biomass, wood, firewood, mushrooms and calculate the economic value of those goods and services; determined that plantations have captured 4 years C 2. 057,76; In 6 years 4.310,89 t-e C and at the 12 years 4.864,57 t-e C; in terms of edible mushrooms, production differences found in aged populations 4 and 6 is minimal. In 4 years the production is 1,472, 98 kg/ha and in 6 years is 1.546.22 kg/ha of fresh mushrooms, while plantations in 12 years, the costs of collection and processing are higher than the income received on sales, It means that doesn't exist a profitability. Similarly, the economic valuation of 250 ha was made, being a production of 41.192,6 t of ; CO₂-e ; 9.749,4 m³ of wood; 1.680,9 m³ of firewood and 60,3 t-e of dehydrated mushroom for economic value of s/ 1.767.593,5; also this academic work was done taking into account an economic valuation of the 250 hectares and a time limit of 25 years into 3 different steps of valuation based on a 18% discount rate demonstrating a significant profitability, at the first step of valuation of potential of goods and services are S/ NPV is s/. 2.078.795,69, IRR 27.55%, and B/C is 2,09 ; to the step of valuation of goods NPV is s/. 7.035,78 IRR 18.06% and B/C of 1,0; the third step of valuation of services NPV is s/. 1.044.091,61, IRR 23.04% and B/C is 1,86..

Keywords: CO₂, biomass, firewood, wood, mushrooms, goods and services and economic valuation.

INTRODUCCIÓN

La población del distrito de Cutervo especialmente la propietaria de las plantaciones forestales de *Pinus patula*, desconoce los beneficios económicos ambientales de los bienes y servicios que generan dichos ecosistemas; por lo cual, el presente trabajo contribuirá a obtener más y mejores conocimientos de dichos beneficios por alcanzar, ayudará a conocer el valor de algunos bienes y servicios provenientes de las plantaciones forestales, con el propósito de que las familias campesinas incrementen sus ingresos económicos por la venta de estos productos que generan tales ecosistemas.

Las plantaciones forestales por un lado generan muchos servicios como: Mantenimiento de la biodiversidad, fijación de Carbono (C), regulación del clima, recreación, paisaje, beneficios hidrológicos, fijación de suelo, fuente de oxígeno, reciclaje de nutrientes y otros; y por otro lado generan bienes como: Madera, leña, semillas, materia orgánica, látex, fibra, producción de hongos, etc; frente a esta gama de productos y al desconocimiento de su existencia y al valor económico, nos ocuparemos de valorar los principales bienes y servicios como hongos comestibles, madera, leña y CO₂ que merecen ser conocidos por los propietarios de las plantaciones y que tienen un valor monetario en el mercado.

Primeramente, en algunas culturas los hongos forman parte de la dieta humana desde tiempos inmemoriales, en Cutervo los hongos comestibles prosperan en forma natural junto a los árboles de pinos a partir del tercer año de instaladas las plantaciones durante los periodos de lluvia (Noviembre – Abril), estudios realizados indican que poseen altos contenidos de proteína, sin embargo son pocos los trabajos de investigación enfocados a la producción y comercialización, todo lo contrario sucede para el estudio de hongos alucinógenos donde la comunidad científica ha difundido ampliamente muchos trabajos; la recolección y venta de éstos, junto con la de otros productos forestales no maderables, pueden constituir una estrategia alimentaria y de subsistencia para los productores rurales, en el Perú se están realizando trabajos de comercialización en el distrito de Inkawasi, región Lambayeque y en la Cooperativa Porcón de la región Cajamarca pero se cuenta con escasa información específica de lo realizado.

En lo pertinente a la madera los cambios demográficos, económicos y tecnológicos ocasionan una gran presión sobre los bosques naturales y establecidos en cualquier parte de nuestro territorio por ser la principal fuente de suministro de madera; las demandas maderables crecen en diferentes escenarios, como la construcción que está en auge y requiere de rollizos para durmientes, pilotes y encofrados; en la construcción de viviendas, en obras de carpintería, en mobiliario y en la agricultura para tutores de cultivos de exportación como la vid, granadilla, maracuyá y otros ubicados en la Costa y valles interandinos. Esto conduce que la situación de la producción maderera se agrave debido a la legislación cada vez más exigente y vigilada sobre la explotación de los cada vez más escasos bosques naturales, quedando como fuente las plantaciones realizadas con especies de pinos, eucaliptos y otras que en la actualidad están siendo amenazadas por ser útiles para la confección de tableros y aglomerados para la industria de melamínicos, de incrementarse las demandas en este rubro no permitirían que las plantaciones se conviertan en madera, todo lo contrario se talarían a mediana edad debido que ésta industria requiere de cualquier tipo de troza maderable, aserrín o viruta para su proceso, un ejemplo es Granja Porcón Cajamarca que vende madera rolliza por toneladas para tableros.

Igualmente, la leña es otro producto que frente al elevado precio de los alimentos y combustibles, sumado a las costumbres del poblador rural (según el INEI 2007 en Cajamarca existen 933832 pobladores rurales que representan el 67% de la población total del departamento) se hace necesario su uso como combustibles en la cocción de sus alimentos, además de otras actividades como la quema de ladrillo, panificación, calefacción, entre otros; la leña no sólo lo usan los del área rural, sino también aquellas personas que viven en el ámbito urbano que no han perdido la costumbre del uso de la leña por un lado y por otro la falta de recursos para comprar otro tipo de combustible, en ese sentido, las plantaciones instaladas de *Pinus patula* representan un alivio a la demanda por contar con leña a partir de cuarto año a través de las podas de sus ramas, la poda es una actividad indispensable para obtener madera de buena calidad. En el ámbito internacional es conocido que en sociedades más desarrolladas la leña lo utilizan para la fabricación de pellet para calefacción y para la producción energética como sustitutos del petróleo.

En lo referente al Carbono, en el último siglo la quema de combustibles fósiles como petróleo, carbón y gas natural para satisfacer las necesidades del hombre, ha generado un incremento del CO₂ en la atmosfera ocasionando un aumento de la temperatura del planeta, de allí que el cambio climático ha sido en el último tiempo uno de los principales temas a discutir en el ámbito político, económico y social; en este escenario de acontecimientos juega un papel importante el Protocolo de Kioto, acuerdo internacional que propone la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de uno de los mecanismos establecidos en dicho acuerdo como es el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), de acuerdo con el MDL los países industrializados pueden compensar una cierta parte de sus emisiones mediante la inversión en proyectos de captura o sustitución de carbono en los países en vías de desarrollo y adquirir así reducciones de emisiones certificadas comercializables, aquí destacan los proyectos forestales los cuales se pueden convertir en un negocio para el Perú una vez que nuestra legislación sea adecuada a este menester, esa es la razón de evaluar la biomasa de las plantaciones existentes porque nos permite conocer la cantidad de C almacenado, conservado o fijado y tal vez otros elementos químicos por unidad de superficie y por cada componente como hojas, ramas y fuste, todo ello producto de la fotosíntesis donde los árboles absorben CO₂ de la atmosfera y la fijan en su estructura convirtiéndose así, las plantaciones en grandes sumideros de carbono.

Los resultados del estudio de hongos comestibles, madera, leña y CO₂ conducirán a sensibilizar y motivar a la población beneficiaria, para aprovechar las oportunidades de negocios que brindan los ecosistemas forestales; en ese sentido las instituciones presentes en el distrito, a través de la concertación de todos los actores internos y externos relacionados con la instalación de plantaciones forestales, formularán objetivos más integrales, sobre las plantaciones existentes y futuras, inmiscuyéndose en la presente y cada vez más fuerte corriente ambientalista, teniendo en cuenta que la provincia de Cutervo cuenta con grandes áreas tanto de actitud forestal como de protección.

Frente a la problemática del desconocimiento del valor de los bienes y servicios de las plantaciones por parte de los beneficiarios; se eligió un lote de 250 has aproximadamente, ubicado en los límites de las comunidades de La Congona,

Yanapaccha, La Llica y San Felipe para realizar el presente trabajo de investigación.

En el mismo sentido, los objetivos propuestos fueron:

1. Evaluación de la biomasa de las plantaciones de *Pinus patula*.
2. Evaluación de hongos comestibles existentes en los ecosistemas forestales en el distrito de Cutervo.
3. Calcular el valor económico de los bienes y servicios de los ecosistemas forestales en el distrito de Cutervo.

CAPÍTULO I

PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

En los últimos 50 años han ocurrido en la civilización los cambios más grandes de la historia; se ha multiplicado la población mundial, el avance científico y tecnológico se ha acelerado como nunca antes, la producción industrial se ha multiplicado 40 veces extrayendo su materia prima de los bosques, suelos, mares y ríos, modificando radicalmente los sistemas naturales del planeta. Según la Comisión mundial del Medio ambiente y desarrollo, anualmente se destruyen más de 11 millones de hectáreas de bosque y cada año 6 millones de hectáreas de tierra productiva se convierten en desierto estéril. A ello se suma la quema de combustibles fósiles ocasionados por la industria, la deforestación y el uso de productos químicos en la agricultura; todos ellos han conducido al incremento de las concentraciones de carbono en la atmósfera, generando en algunos lugares el enfriamiento y en otros el calentamiento global de la tierra. En promedio según Alegre et al. (2002) en el 2100 el incremento de la temperatura será de 3.5 °C y 0.65 m en el nivel medio del mar.

Los ecosistemas naturales forestales naturales o establecidos (Bosques primarios, secundarios y plantaciones), proporcionan una amplia variedad de bienes y servicios ambientales para la humanidad. Por ejemplo, podemos mencionar al secuestro de carbono y el beneficio hidrológico, biodiversidad, etc. Sin embargo estos beneficios son raramente valorados hasta que los efectos de la deforestación se hacen palpables en forma de inundaciones y pérdida de calidad y cantidad de agua.

En América latina un ejemplo a seguir, es el caso de Costa Rica donde, la legislación de 1996 cambió el enfoque de promoción de plantaciones, manejo y conservación forestal, y estableció el sistema nacional de pagos por servicios de ecosistemas (en la legislación Costarricense se conoce como el Programa Nacional de Pagos por Servicios Ambientales), por medio del cual se otorga un reconocimiento financiero a los pequeños y medianos propietarios de terrenos con bosque o de actitud forestal, con el fin de promover el mantenimiento y la recuperación de la cobertura forestal del país. La legislación reconoce que estas acciones generan beneficios para la sociedad, a saber:

la conservación de la biodiversidad biológica, la protección de fuentes de agua, el almacenamiento y secuestro de carbono, y la belleza escénica (Campos et al. 2007)

Complementando el ejemplo anterior, el pago por servicios ambientales busca crear mercados para valorar los ecosistemas naturales. Es una alternativa a la situación actual que solo valora los recursos naturales aislados y extraídos de su ecosistema. La aparición del programa nacional de pago por servicios ambientales hídricos ha sido un aliciente de mucha importancia. El programa es un mecanismo de pago por acciones puntuales de conservación y no por manejo de cuenca o mitigación de riesgo. El compromiso de los proveedores del servicio se enfoca a la realización de actividades de conservación del bosque para permitir la efectiva captación del agua, así como la regulación de su ciclo natural en la cuenca: control de incendios, reforestación, evitar el cambio de uso de suelo y actividades de protección de suelos. Los compradores serán todos aquellos que utilicen agua dentro de la cuenca y en un futuro, a todos los que utilicen el agua proveniente de la cuenca aunque lo hagan fuera de ella. Los pagos comprenden una tarifa anual por hectárea de bosque inscrito en el programa. Los beneficiarios asumen la responsabilidad de mantener la cobertura forestal y realizar obras de conservación y protección (CATIE 2008).

En el Perú a nivel local, regional y nacional existe una corriente ecologista llevada a cabo por las diferentes instituciones tanto estatales como privadas con énfasis en la forestación y reforestación, sin proporcionar mayor información a la población sobre la utilización de las plantaciones una vez instaladas. En nuestro país estas entidades se sustentan en los datos del IRENA el cual estima que en la sierra existen 2'092,000 y 25'169,000 hectáreas de tierras de aptitud forestal y de protección.

En la actualidad para la población beneficiaria que cuenta con plantaciones forestales, el objetivo principal es la venta de leña y madera, de allí la tarea de hacer cambiar de actitud y aptitud a la población para que las plantaciones sean concebidas con un sentido ecosistémico, encaminado al aprovechamiento sostenible de los bienes maderables y no maderables y a la prestación de los diferentes servicios que estos proveen a la humanidad, donde los principales beneficiarios son dueños de las tierras con plantaciones y de aptitud forestal así como las poblaciones aledañas.

En este sentido, es importante hacer la valoración de las plantaciones forestales realizadas tomando en cuenta todos los bienes y servicios que puedan generar para la sociedad.

Formulación del problema

¿Cuál es el valor económico de los principales bienes y servicios ambientales (madera, leña, hongos comestibles y CO₂) de los ecosistemas forestales de *Pinus patula* establecidos en las comunidades de La Congona, La Llica, Yanapaccha y San Felipe, en el distrito de Cutervo?

Justificación de la investigación

La población de Cutervo y especialmente la población que tiene el control de estos recursos forestales deben conocer con exactitud cuántos beneficios puede alcanzar, con cambiar de objetivo al momento de la instalación de sus plantaciones. Con ello las comunidades campesinas podrán obtener mayores ingresos económicos adicionales como producto de los bienes y servicios que generan los ecosistemas forestales como la venta de créditos de carbono llamados “Certificaciones de emisiones reducidas”, venta de madera, leña y productos no maderables como los hongos comestibles.

Muchos productos maderables y no maderables se pierden o deterioran, del mismo modo los servicios que brindan las plantaciones no son valorados por desconocimiento, conduciendo a que los dueños de las tierras pierdan muchas oportunidades de compensación por proveerlos y por ende tienden a ignorarlos en sus decisiones sobre el uso de suelo; son muchos los bienes y servicios que brindan las plantaciones forestales de los cuales en el presente trabajo nos ocuparemos de los principales como hongos comestibles, madera, leña y CO₂, porque es necesario conocer su producción y valor monetario para orientar con mayor énfasis a la población que tiene en la actualidad áreas reforestadas y la que pretende instalar futuras plantaciones producto de la corriente ambientalista, teniendo presente que Cutervo cuenta con abundante área tanto de actitud forestal como área de protección.

Asimismo los resultados que arroje el trabajo de investigación serán de mucha importancia para el sector agroforestal con el propósito de realizar un verdadero uso de

la tierra (capacidad de uso mayor) y también será de importancia para otros trabajos de investigación que se realicen posteriormente.

Objetivos

Objetivo General.

Establecer la valoración económica de los principales bienes y servicios ambientales (madera, leña, hongos comestibles y CO₂) de los ecosistemas forestales de *Pinus Patula* establecidos en las comunidades de La Congona, La Llica, Yanapaccha y San Felipe en el distrito de Cutervo

Objetivos específicos

1. Evaluación de la biomasa de las plantaciones de *Pinus patula*.
2. Evaluación de hongos comestibles existentes en los ecosistemas forestales en el distrito de Cutervo.
3. Calcular el valor económico de los bienes y servicios de los ecosistemas forestales en el distrito de Cutervo.

Hipótesis

Frente a la problemática nos planteamos la siguiente hipótesis: Los ecosistemas forestales de *Pinus patula* establecidos en las comunidades de La Congona, La Llica, Yanapaccha y San Felipe, tienen un valor significativo para la poblaciones beneficiarias, en cuanto a hongos comestibles, madera, leña, y CO₂.

Alcances de la investigación

Los sistemas a evaluar están localizados en el departamento de Cajamarca, en la provincia y distrito de Cutervo, geopolíticamente en las comunidades de La Congona, La Llica, Yanapaccha y San Felipe, las cuales tienen plantaciones de *Pinus patula* con diferentes edades desde 1-12 años. Estas comunidades son las que cuentan con mayor área reforestada y son las más representativas es por ello que el trabajo de investigación se llevará a cabo en estas 4 comunidades.

La especie a evaluar es *Pinus patula*, esta especie es la que más se adapta en la zona y es la más aceptada seguido del aliso por la población para reforestar las áreas que han sido deforestadas y últimamente las áreas de pastos naturales.

El presente trabajo estará centrado en valorar la existencia de 04 productos que son hongos comestibles, madera, leña y CO₂, existiendo muchos otros bienes y servicios que brindan las plantaciones, estos han sido seleccionados por tener un valor en el mercado y por la urgente necesidad de conocerlo por existir plantaciones en diferentes partes de la región Cajamarca y especialmente en el distrito de Cutervo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

BIENES Y SERVICIOS EN EL MUNDO

Valoración económica de bienes y servicios ambientales

Según Ruiz et al. (2007) el cambio en la percepción del valor de los bosques y como deben ser utilizados, está marcado por una concientización creciente sobre la importancia de los servicios ambientales y por propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales: Biodiversidad, fijación de carbono, ciclo hidrológico y educación.

Por otro lado, la Valoración Económica de los bienes y servicios de los recursos naturales en general, implica la generación de criterios económicos ambientales para la toma de decisiones sobre el aprovechamiento de estos recursos. Además del tradicional análisis cualitativo se ha introducido el concepto de análisis cuantitativo donde los beneficios y daños del aprovechamiento de estos recursos se expresan en términos monetarios. Considerando esto, podemos decir que una tarea fundamental es identificar y valorar los Bienes y Servicios Ambientales para determinar por un lado, sus beneficios actuales y potenciales para la sociedad y por otro lado, los costos ambientales resultantes de los impactos, producto del uso de estos recursos (Barzev 2002).

En consecuencia el concepto de pago por servicios ambientales (PSA) constituye una solución promisorio a este problema que ha sido objeto de considerable interés durante los últimos años. Sin embargo, llevar la teoría a la práctica no es una tarea fácil. Estos proyectos están enfocados a la creación de mercados para las funciones hídricas, pero también incluyen esfuerzos para establecer mecanismos de mercado para las funciones de conservación de la biodiversidad y secuestro de carbono. De estas experiencias están emergiendo algunas lecciones iniciales acerca de los fundamentos del PSA. Las experiencias iniciales de esquemas de PSA, así como las lecciones de otras intervenciones parecidas tales como programas de reforestación o conservación

del suelo, proporcionan claros principios que deben regir los sistemas de pago, lo que incluye hacer los pagos duraderos en lugar de puntuales y diferenciar los pagos por uso del suelo y localización. Finalmente, subyacen en los esquemas de PSA muchos temas de economía política siendo quizás el más importante el asegurar que los pobres puedan participar y beneficiarse. Invitar a participar a un gran número de pequeños dueños de tierra puede ser muy difícil debido a los altos costos que requieren las transacciones (Pagiola 2005)

Esto es reforzado por Torres (2006) quien dice que: El concepto de los pagos de servicios ambientales lleva implícita la presencia de una relación social entre el prestador y el receptor de un beneficio ambiental. Los beneficios por servicios recibidos tienen que ver con la salud ambiental tanto a nivel planetario como social e individual. En el pasado estos eran gratuitos para el capital mientras que ahora le comienzan a costar, esto tiene su explicación en que se está pasando de una era donde la naturaleza era abundante, relativamente hablando a otra donde los recursos naturales empleados deben pagarse más caros a medida que escasean. Por ello se considera que no hay mayor beneficio económico que el que se alcanza a través del mayor beneficio ecológico, comenzando esto último a perfilarse como un fin de la actividad económica. El servicio ambiental es, en todo caso, una prestación en la forma de procesos y funciones biológicas, físicas y químicas que regala el ambiente natural (ecosistemas) a la vida. La naturaleza para la economía ambiental solo importa como un valor económico de existencia es decir un valor de uso (directo e indirecto) y de no uso siendo este último inconmensurable

Bienes y servicios ambientales

En la actualidad según Cabrera (2000), el cambio climático afecta directamente a muchas áreas productivas y de servicios, pero indirectamente afecta a toda la humanidad y a toda forma de vida del planeta. Las áreas de mayor impacto directo son: Agricultura, bosques, ecosistema terrestre, ecosistema marino, hidrología y fuentes de agua, salud humana, infraestructura y servicios financieros. El impacto sobre estas áreas se debe a innumerables efectos tales como: el cambio en las precipitaciones y en la humedad del suelo; cambio en zonas de vegetación y mezcla de especies; reducción de la biodiversidad; inundaciones, sequías, cambio en las zonas cubiertas por hielos y

derretimiento de hielos eternos, etc. Por tal razón la capacidad de captar carbono es un “producto” que se puede vender y eso podría constituir un negocio para Chile o para el sector forestal chileno.

Por lo último expresado en el párrafo anterior, en el mundo las plantaciones forestales se están incrementando, con ello los bienes y servicios que proporciona el ecosistema forestal también va en aumento. Entre otros el mantenimiento y la conservación de la biodiversidad, fijando y secuestrando carbono y regulando el ciclo hidrológico puede ser considerado como lo más importante. A pesar de dicha importancia, se ha demostrado que todavía existe una gran discrepancia entre los valores de mercado para los bienes y servicios del ecosistema y su valor potencial (IUFRO 2006)

Por ello, en America Latina y El Caribe, las consecuencias de la deforestación en la prestación de servicios forestales (biodiversidad, regulación del agua, mitigación del cambio climático y turismo natural) de la región a escala global y regional están siendo objeto de gran atención. Si bien las intervenciones ajenas al mercado (mediante políticas y legislación) han sido los principales medios empleados para la conservación ambiental, esta región es la primera en el mundo en la adopción de enfoques basados en el mercado, especialmente sistemas de PSA. En la mayoría de los casos no son enfoques dirigidos de manera estricta por el mercado, sino sistemas gestionados por el gobierno en los que se emplea la recaudación fiscal para pagar a los propietarios de tierras, sin vínculo directo entre proveedores y compradores de servicios ambientales. Brasil, Colombia, Ecuador y Perú se sitúan entre los diez países del mundo con más biodiversidad, mientras que la ladera oriental de los Andes es el área biológicamente más diversa del mundo. El futuro se presenta sombrío por la alta tasa de deforestación. La escasez de agua es particularmente grave en los Andes y en algunas islas del Caribe por ello la región ha sido pionera en la aplicación de servicios de pagos por cuencas hidrográficas; en la mayoría de los casos los sistemas están gestionados por organizaciones intermediarias, con frecuencia organismos gubernamentales responsables de la ordenación del riego y las instalaciones de suministro de agua para usos domésticos, las cuales canalizan los fondos desde los usuarios del agua hasta los propietarios de las tierras (FAO 2005)

En este sentido, la evaluación de los ecosistemas del milenio reconoce cuatro grupos de servicios: provisión (alimentos, madera y fibra); regulación (del clima, inundaciones, enfermedades y calidad del agua); culturales (valores espirituales, estéticos, recreación y educación), y de apoyo (formación de suelos, producción primaria y reciclaje de nutrientes). En el último siglo, las actividades humanas han tenido impactos significativos en la estructura, composición y función de los ecosistemas naturales en tal forma que todos los ecosistemas del planeta han resultado alterados en mayor o menor medida. Desde el punto de vista de políticas públicas, una alternativa prometedora para minimizar este impacto lo constituye los pagos por servicios de los ecosistemas (PSE). Estos arreglos institucionales, correctamente diseñados y complementados con otras opciones de política, tienen el potencial de coadyuvar en el manejo sostenible de los ecosistemas. Al reconocer el valor económico que estos generan, este nuevo paradigma ofrece nuevas opciones para una silvicultura más sostenible en muchas partes del mundo (ICRAF 1996)

En otros casos, según Pagiola et al. (2002) citado por Campos et al. (2007) dice que, algunos de los desafíos al implementar esquemas de pago por servicios ecosistémicos incluyen la identificación y cuantificación de los diferentes servicios que el ecosistema ofrece, la creación de mecanismos de financiación sostenible, el diseño e implementación de sistemas de pago que garanticen incentivos adecuados para quienes manejan la tierra, el desarrollo y adaptación de marcos institucionales adecuados para las condiciones locales, y finalmente, la distribución equitativa de los costos y beneficios entre los actores. Lograr este propósito de equidad puede ser complejo pues significa que en algunos casos se deben buscar acuerdos y aceptar que se sacrifiquen algunos beneficios ambientales y/o grupos sociales (trade-offs), pero el propósito final debe ser el aumento del bienestar general y el valor económico total.

Por eso, tradicionalmente los bosques siempre se han concebido como un sistema de producción para generar bienes tangibles. Por muchos años la capacitación de profesionistas del ramo también era en esa dirección. Actualmente, ante el estado serio de degradación de los recursos forestales y el riesgo de perder la cantidad y calidad de los servicios que brindan los bosques, la visión tradicional de los bosques ha cambiado. Los bosques se contemplan como un recurso generador de servicios ambientales entre los cuales los más señalados son: favorecer los procesos que aseguren almacenamiento

y agua de calidad, captura de carbono y conservación de la biodiversidad (Bonfil y Madrid 2006)

Teorías de Valoración de bienes y servicios

Las demandas para evaluar bienes y servicios ecológicos han aumentado de forma exponencial durante la última década en respuesta a un agravamiento de los problemas ambientales del planeta, y a una opinión pública cada vez más sensibilizada acerca de su valor. En varias regiones del mundo se multiplican hoy los acuerdos y contratos que ordenan la relación oferta demanda por servicios ecosistémicos, y el precio a pagar por los mismos. Pero tal ordenamiento está regulado de manera excluyente por el libre mercado, lo que genera disparidades regionales que poco tienen que ver con el valor biológico real de los mismos. La necesidad de valuaciones objetivas se agudiza a medida que la sociedad global demanda parámetros más consistentes que los puramente económicos. Más aun la generación de valoraciones confiables es quizás un buen camino para orientar precios en los contratos que estipulan un pago monetario por servicios ecológicos esenciales (Lattera et al. 2007)

Según Martínez de Anguita (2004) la teoría económico-ambiental parte del concepto de externalidad, la inclusión de las externalidades o valores para los cuales no hay establecido un mercado dentro de un marco más amplio compatible con los valores tradicionales de mercado ha sido una constante en la economía ambiental. El marco comúnmente aceptado es la teoría del valor económico total desarrollada por Pearce (1993) y Pearce y Turner (1990) esta teoría tiene la bondad de adaptar la economía a la cuantificación de los recursos naturales y ambientales. Considera que el valor económico total que puede tener un bien puede dividirse en:

- Valores de uso activo: Derivados del actual uso de un bien o servicio. Pueden ser directos (Bosque, caza, madera) o indirectos (ejemplo algas para la pesca).
- Valores pasivos. Pueden ser a) Valores de opción: valor que se da por la posibilidad de usarlo en el futuro y, b) Valor de existencia: Valor que se otorga al saber que será disfrutado por generaciones futuras o seguirá existiendo.

Tabla 01. Muestra de un ejemplo de esta teoría adaptada a un bosque

Valores de Uso Activo				Valores de Uso Pasivo
Valores de uso		Valores de Uso Futuro		Valores de existencia
Directos	Indirectos	Valores de opción		
		Ordinarios	Quasi-opción	
Madera	Fijación de Carbono	Valores positivos (+)	Positivos (+)	La utilidad la obtiene el individuo del mero conocimiento de la existencia y continuidad del recurso.
Pasto	Ciclo de nutrientes	positivos (+)		
Recreo	Micro – clima	O		
Caza	Control de la erosión	negativos (-)		

Fuente: Campos, 1999. An agroforestry economic accounting system. En: M. Merlo, H. Jöbstl and L. Venzi (ed.), Institutional aspects of managerial economics and accounting in forestry. Viterbo, IUFRO

Del mismo modo Dixon (1988) y de Revered (1990) citado por Machin (2006) presentan un resumen de los diferentes métodos de valoración por incluir estas la gran mayoría de métodos de valoración, agrupándolos de acuerdo al origen de la información en:

- Métodos de valoración directa: Se basan en mercados disponibles o en observación de cambios en la productividad.
- Métodos de valoración indirecta: Se usan cuando diversos aspectos o atributos de los recursos naturales o servicios ambientales no tienen precios reflejados en un mercado establecido. Los métodos agrupados bajo este criterio son: Precios hedónicos, diferenciales de salario y costos de viaje
- Métodos de valoración contingente. Para estimar valores para los bienes que no existe mercado

Costa Rica ha acumulado cierta experiencia en el pago por servicios ambientales (PSA) que brindan los ecosistemas forestales en las cuencas hidrográficas. La Ley Forestal establece el reconocimiento de cuatro servicios ambientales que prestan los bosques y las plantaciones forestales. La Ley de Biodiversidad establece la posibilidad de realizar cobros a los usuarios del recurso agua, con el fin de realizar pagos a los propietarios de terrenos ubicados en las zonas de recarga de acuíferos y de protección hídrica y un decreto ejecutivo reciente reconoce el PSA que brindan los sistemas agroforestales. Para el caso de cuencas hidrográficas se han firmado varios acuerdos voluntarios con empresas privadas y estatales que aportan recursos económicos que van desde 10 dólares EE.UU./ha/año hasta 53 dólares EE.UU./ha/año para la protección,

reforestación o manejo de las cuencas donde se encuentran sus actividades comerciales o proyectos (FAO 2003)

Plantaciones Forestales

Daily et al. (1997), Nasi et al. (2002) y MEA (2005) citados por Campos et al (2007) dice: Los bosques son valiosos por mucho más que los bienes que producen (madera, látex, fruta, plantas medicinales y otros productos no maderables como la caza). La existencia de los bosques, sus componentes, interacciones y funciones también ofrecen servicios que influyen en la calidad del agua, el clima y suelos. El Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales de fenómenos naturales como fuertes vientos y lluvias, ciclo de nutrientes, descomposición de desechos, valores estéticos, culturales y religiosos. Estos servicios han sido definidos como “la variedad de condiciones y procesos de los ecosistemas (del bosque) y sus componentes que ayudan a mantener y satisfacer la vida humana” ofrecen una definición más utilitaria: “El producto de las funciones de los ecosistemas que benefician a los seres humanos” o “los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas”

Según la FAO (2000) las plantaciones forestales en el mundo abarcaban 187 millones de hectáreas en el 2000. La nueva tasa anual registrada de reforestación es de 4.5 millones de hectáreas en todo el mundo, de las cuales el 89 por ciento se encontraba en Asia y en América del Sur. En el contexto mundial, la mitad de las plantaciones forestales tiene fines industriales, un cuarto está destinado a fines no comerciales y un cuarto a fines no especificados. Está aumentando el potencial que las plantaciones forestales tienen de satisfacer, parcialmente, la demanda de madera y fibras, comúnmente extraídas de los bosques naturales para fines industriales,. Aunque las plantaciones forestales abarcan únicamente el 5 por ciento de la cubierta forestal mundial, en el año 2000 se estimó que las plantaciones forestales proporcionaban cerca del 35 por ciento de la madera en rollo en todo el mundo. Se prevé que esta cifra aumentará al 44 por ciento en 2020. Existe un creciente interés en desarrollar plantaciones forestales en calidad de depósitos de carbono; sin embargo, las controversias ventiladas en los debates internacionales relacionados con los instrumentos, mecanismos y la vigilancia internacional, aún siguen siendo una limitación grave.

Por tal razón, la región de América Latina y el Caribe cuenta con unos 12,5 millones de hectáreas de bosques plantados. Esta cifra representa únicamente el 5 % de la superficie forestal plantada del mundo (FAO 2006b), pero la región está emergiendo como líder en plantaciones forestales de alta productividad. La Argentina, el Brasil, Chile y el Uruguay poseen el 78 % de los bosques plantados de la región. El desarrollo de las plantaciones, liderado por el sector privado, es apoyado por los gobiernos a través de políticas favorables e incentivos financieros. Las proyecciones actuales sugieren un aumento de la superficie de bosques plantados en la región desde 12,5 millones de hectáreas en 2006 hasta 17,3 millones de hectáreas en 2020. La disponibilidad de tierras adecuadas y la existencia de un clima favorable de inversión permitirán a la región, especialmente a América del Sur, mantener su ventaja comparativa en la actividad forestal basada en plantaciones forestales. La pérdida anual de bosques a nivel global se estima en 13 millones de hectáreas, siendo la región de América Latina y el Caribe la que más contribuye a esta pérdida (FAO 2005).

Las plantaciones forestales a pequeña escala han recibido en los últimos años una atención creciente por parte de los gobiernos y organizaciones de Investigación y desarrollo. Debido al retroceso constante del bosque natural estos sistemas son cada vez de un mayor significado en el ámbito social y económico local pues pueden potencialmente suplir la falta de acceso al bosque y los recursos forestales entre las poblaciones menos favorecidas, la disminución del acceso a estos recursos agrava su precaria situación, pues el bosque cubre muchas de las necesidades inmediatas de la población local como alimentación, salud, consumo de energía y generación de ingreso (ICRAF 2005)

En ese sentido el ICRAF tiene como mandato global dentro del sistema del grupo consultivo para la investigación agrícola internacional (CGIAR) ayudar a disminuir la deforestación, el agotamiento de las tierras y la pobreza rural mediante el uso de mejores sistemas agroforestales. En el caso de la sierra la biodiversidad es muy baja y las limitantes de clima hacen que la reforestación y otros usos adecuados del suelo sean más limitantes además existe una presión grande por tierra y fuertes migraciones hacia la selva. Gran parte de los problemas de la Selva son como consecuencia de las

migraciones de gente de la Sierra que desconoce el uso del bosque y trabajan la tierra intensamente tanto para cultivos como para pastos (ICRAF 1996).

En esa lógica, la agroforestería representa probablemente el reto científico más complejo del sistema de investigación agrícola: como integrar cultivos anuales con árboles, pastos y animales en sistemas de producción, de modo que la inevitable competencia por la luz, el agua, los nutrientes y daño físico, tenga como resultado una producción sostenible, sin degradación del medio ambiente (ICRAF 1998).

Es conocido que las plantaciones forestales requieren de muchos factores para la productividad, se han realizado muchos estudios al respecto; según Gerding y Schlatter (1995), encontraron que la variación de la productividad de las plantaciones se pudo explicar en gran parte a través de las condiciones físicas del suelo y las precipitaciones. Otras variables del clima y las condiciones químicas del suelo también aparecen en algunos casos como importantes factores de la variabilidad de la productividad. Sin embargo, en tales casos ello se debe principalmente a las interrelaciones entre las variables del sitio y sólo en menor grado a un efecto directo de tales factores. Como resultado se tiene que la productividad varía ampliamente dentro de cada zona climática y tipo de suelo. Sus resultados sugieren que debiera haber una alta probabilidad de incrementar la productividad, desde el punto de vista biológico y económico, en sitios que presentan una productividad inferior al potencial para la clase de sitio en que se encuentran.

Ecosistemas Forestales

Los ecosistemas forestales, tanto naturales como establecidos por forestación o reforestación cubren el 30.3 % de la superficie del planeta y constituye uno de los más importantes proveedores de servicios de ecosistemas, fundamentales para sustentar la vida en la tierra. Estos servicios han sido definidos como “La variedad de condiciones y procesos de los ecosistemas (del Bosque) y sus componentes que ayudan a mantener y satisfacer la vida humana” (Campos et al. 2002)

Debido a que el mundo está avanzando, hacia la pérdida sin precedentes, de biodiversidad y ecosistemas durante el siglo XXI, siendo estos intrínsecamente negativos para el desarrollo humano, estas son de importancia para las generaciones

actuales y futuras; sin embargo también se pierden ecosistemas vitales que proveen servicios de gran alcance. Los pobres, que son quienes más dependen de estos servicios, serán los más castigados (PNUD 2007)

Se estima que, los bosques cubren el 30% del área total de la tierra. El área total de bosques en 2005 es algo menos de 4 mil millones de hectáreas. Pero esta área está desigualmente distribuida, 64 países que suman una población de 2 mil millones de habitantes tienen menos de 0,1 ha de bosque per cápita. Los diez países más ricos en bosques reúnen dos tercios del área total de bosques. Siete países o territorios no tienen bosque alguno, y otros 57 tienen bosques en menos del 10 por ciento del área total de su tierra. La deforestación, es alarmante 13 millones de hectáreas al año. Al mismo tiempo, las plantaciones forestales, la restauración del paisaje y la expansión natural de los bosques han reducido notablemente la pérdida neta del área de bosque. África y América del Sur continúan a tener la mayor pérdida neta de bosques. También Oceanía, América del Norte y América Central experimentaron pérdidas forestales netas. El área de bosque en Europa siguió aumentando, aunque más lentamente. Asia, que había tenido una pérdida neta en el último decenio del siglo XX, acusó una ganancia de bosque neta en el período 2000–2005, sobre todo debida a la forestación en gran escala informada por China. Las plantaciones forestales crecen, pero su contribución aún no llega al 5% del área total de bosques. Bosque y árboles se plantan con muchos fines a un ritmo creciente. Las plantaciones forestales se calculan en el 3,8 por ciento del área total de bosques, 140 millones de hectáreas. Las plantaciones productivas, establecidas sobre todo para la producción de madera y fibra, son el 78 por ciento de las plantaciones forestales, y las plantaciones protectoras, establecidas con el fin principal de conservación del suelo y del agua, son el 22 por ciento. El área de las plantaciones forestales ha crecido en unos 2,8 millones de hectáreas anuales durante el periodo entre 2000–2005, siendo el 87 por ciento plantaciones productivas (FAO 2005)

En tal sentido, según Martínez (2005) el complejo tejido social, económico y político que genera el crecimiento poblacional ha creado sobre el recurso forestal una gran presión que ha generado destrucción deterioro de la calidad del ambiente y baja productividad de los recursos forestales. Ante esta situación surge la necesidad de plantar árboles no solo con el objeto de satisfacer las necesidades de madera; sino más bien como una forma de mejorar el ambiente y la calidad de vida. Sin embargo la

demanda creciente de la sociedad de bienes y servicios. Así como los de conservación de su ambiente y recursos asociados, ha llevado a la creación de bosques llamados artificiales para sustituir de manera más cercana sus necesidades sobre todo de productos industriales. Los factores que han llevado a instalar estas plantaciones son: la destrucción del recurso forestal, el crecimiento de la demanda de madera, los problemas de la regeneración natural, la lejanía y poca accesibilidad de los bosques naturales y centros de consumo y el deterioro ambiental.

Según Acuña (2006), los bosques son complejos sistemas naturales de diversas especies que interactúan entre sí y con el ambiente físico en el que viven: Atmósfera, suelo y cuerpo de agua (superficie y subterráneo), por lo tanto toda perturbación que afecte cualquier elemento del bosque puede tener repercusiones importantes en el conjunto dentro del mismo bosque o en otras asociaciones naturales o asentamientos humanos, de allí la importancia de manejar y aprovechar los bosques de manera sustentable. El valor de los bosques, no necesariamente se reduce a la asignación de un precio a los sistemas biológicos, sino a la capacidad que esto pueda tener para movilizar intereses a favor de la conservación.

Para entender mejor lo antes dicho, Muñoz et al. (2005) ha realizado trabajos en análisis de biomasa en tres clases de copa: Dominante, codominante e intermedia; demostrando que, la madera aporta en promedio 89% de la biomasa total sobre el suelo, la corteza 8,2%, ramas 1,5%, acículas 0,8% y ramillas 0,7%. En todas las clases la madera concentra alrededor del 90% de la biomasa total sobre el suelo. Las diferencias porcentuales entre clases de copa son mínimas y no significativas. Lo anterior coincide con lo encontrado por Helmisaari et al. (18), quienes concluyeron que la madera fue el principal componente de la biomasa para un bosque adulto (35 años) y para un bosque maduro (100 años) de pino escocés (*Pinus sylvestris* L.) en el este de Finlandia. No obstante, las ramas fueron el principal componente de la biomasa en renovales de 15 años de la misma especie.

Captura de carbono

La captura de C es la extracción y almacenamiento del carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, los bosques o la tierra) a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. Los seres humanos han intentado aumentar el secuestro de carbono plantando nuevos bosques. Los programas de captura de carbono son instrumentos de política que fueron diseñados para aprovechar el mecanismo ecológico a favor de la protección ambiental y del combate a la contaminación. Para que estos programas se lleven a cabo requieren de un marco legal institucional adecuado tanto nacional como internacional (Yañez 2004).

Así mismo, las plantas tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera, basado en el hecho de que la fotosíntesis absorbe este compuesto, que luego lo utiliza para generar alimento necesario para su crecimiento, estimándose que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 toneladas de carbono por año de la atmósfera, también se asume que el 45 % de la biomasa vegetal seca es carbono. El hecho de que una tonelada de carbono secuestrada en cualquier lugar del mundo tenga el mismo impacto en la mitigación del efecto invernadero que otra, hace que este servicio tenga un mercado global, que viene siendo impulsado por la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, donde se establecen compromisos de reducción de emisiones de GEI para países desarrollados y en transición (Arévalo 2002).

Los gobiernos acordaron en 1997 el Protocolo de Kioto del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU. El acuerdo ha entrado en vigor el pasado 16 de febrero de 2005, sólo después de que 55 naciones que suman el 55% de las emisiones de gases de efecto invernadero lo han ratificado. El objetivo del Protocolo de Kyoto es conseguir reducir un 5,0% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos. Para ello contiene objetivos legalmente obligatorios para que los países industrializados reduzcan las emisiones de los 6 gases de efecto invernadero de origen humano como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre. Aproximadamente 23 mil millones de toneladas de CO₂ son liberadas a la

atmósfera anualmente; cerca del 97% de esta cantidad, es emitida por los países industrializados, proviene de la quema de carbón, petróleo y gas para obtener energía; siendo la deforestación la segunda fuente de emisiones (PROCLIM 1995).

Actualmente cerca del 20% de las emisiones de CO₂ resultan de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales. La detención de la deforestación y la reversión a través de la reforestación y manejo sostenible, implica recapturar el CO₂, disminuir la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera y reducir el calentamiento global (Schlegel 2001)

La foresta de los trópicos húmedos contiene las concentraciones más grandes de biomasa y biodiversidad en la tierra y su destrucción tiene consecuencias medio ambientales directas en todo el mundo. Esta foresta es actualmente la más extensa en la cuenca Amazónica de Sudamérica. Cuando estos bosques son destruidos con las quemadas y convertidos para otros usos gran parte del carbón que está almacenado en la vegetación es perdido hacia la atmósfera principalmente como CO₂. Este proceso de pérdidas de carbono es la mayor causa de la acumulación de CO₂ en la atmósfera seguido después de los causados por la combustión de los carburantes fósiles. Además la foresta tropical es un importante recurso para la población creciente de los trópicos húmedos bajos (Alegre 2002)

En consecuencia según, Calderon et al. (2002), para la contabilidad del carbono en un determinado ecosistema debe realizarse un inventario inicial en el que se mida o estime el tamaño de los depósitos o stocks de carbono (inventario de C) y deben planificarse mediciones periódicas para describir cambios en estos depósitos (monitoreo de C); el carbono se acumula en la Biomasa sobre el suelo (árboles y sotobosque), Biomasa bajo el suelo (raíces). Para estimar C en la biomasa sobre el suelo se hace a través de funciones de volumen o funciones de biomasa sobre el inventario forestal; en cambio para la biomasa radical en caso de no tener estimaciones, se puede utilizar un porcentaje mínimo de 15% de biomasa radical con respecto a la biomasa aérea, que es una estimación conservadora (MacDicken, 1997). Algunos autores, por ejemplo, Cairns, et al. (1997) citado por Calderon et al. (2002), entregan valores para la relación raíz / tallo (R/T), para distintos lugares del mundo, entre 0,20 y 0,30, es decir, 20 a 30% de biomasa radical con respecto a la biomasa aérea.

Hongos comestibles

Los hongos forman parte de la dieta humana desde tiempos inmemorables. A pesar de la importancia que los hongos comestibles tienen para muchos grupos étnicos que habitan en regiones montañosas templado-húmedo sub húmedas, la comunidad científica ha estudiado poco este recurso. En cambio, el estudio de los hongos alucinógenos ha sido ampliamente difundido, sobre todo por constituir una droga ampliamente aceptada entre algunos sectores de la población de sociedades urbanas de muchos países entre ellos México. La fascinación por los hongos ha perdurado hasta el presente; al igual que con las plantas y animales, los grupos étnicos que colectan hongos manejan una nomenclatura propia, basada en su apropiación de la naturaleza. Los hongos comestibles se desarrollan en toda clase de comunidades vegetales y zonas agrícolas, sin embargo, es en los bosques de coníferas donde se ha registrado un mayor número de especies (152), después le sigue el bosque de encino (88), el bosque mesófilo de montaña (35), los bosques tropicales (35) y, por último las zonas agrícolas y urbanas. La razón por la que se encuentran principalmente en asociaciones arbóreas es por su papel en dichos ecosistemas. Ante la creciente demanda de hongos comestibles en el mundo, su cultivo se ha incrementado en los últimos años, y se ha tratado de someter a cultivo especies silvestres e intensificado la explotación de las que actualmente se cultivan. Si bien las especies cultivadas con éxito comercial en el mundo son aproximadamente seis, en México las que más demanda tienen son el champiñón *Agaricus bsporus* y las setas de *Pleurotus ostreatus* (Mariaca et al. 2001).

Asimismo Villareal (1994) citado por Mariaca, et al. (2001) menciona que el 95% del metabolismo heterotrófico de los bosques es generado por los organismos degradadores, dentro de los cuales los hongos constituyen 90% del total; además el componente raíz-micorriza constituye entre el 63 y 70% de la productividad promedio neta total de algunos bosques de coníferas.

FONDEF-UACH (s/a) dentro del contexto internacional, el consumo de hongos comestibles ha crecido vertiginosamente en las últimas décadas y aún se encuentra en un fuerte proceso de expansión mundial y se espera que siga creciendo. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) , la producción mundial de hongos comestibles en el 2000 alcanzó los 2,6 millones de

toneladas, mientras que en el 2007 ésta llegó a 3,4 millones, es decir, esta aumento en un 30,8% (FAO, 2008). En Estados Unidos en el periodo 2006-2007 las ventas de hongos de especialidad alcanzaron valores de 46 millones de dólares, en el periodo 2007-2008 estos llegaron a los 50 millones, experimentando un crecimiento de un 8,7%. En cuanto a la producción ésta alcanzó las 6.636 toneladas para el periodo 2006-2007, aumentando a 7.567 en 2007-2008, experimentando un crecimiento del 14% (USDA, 2008). Chile produce las especies de *Lactarius deliciosus*, *Suillus luteus* y *Morchella spp* que crecen en forma natural en bosques de pinos y *Nothofagus*, la producción es para el mercado exterior, en el periodo 2005-2008 el volumen de las exportaciones desde Chile hacia el extranjero de hongos comestibles aumentó en un 53%, de 3.120 a 4.780 ton. Respecto al valor de dichas exportaciones en el mismo periodo, ésta incrementó en un 88%, de 5,6 a 10,5 millones de dólares. Su crecimiento se debe principalmente al interés en los beneficios nutricionales y medicinales que aportan los hongos comestibles. Los hongos poseen características especialmente significativas para fortalecer el organismo. Se les han comprobado características benéficas como: biorreguladores, inmunorreguladores y además mantienen la homeostasis, regulan los biorritmos, previenen y curan cánceres, descienden el colesterol y son agentes antidiabéticos.

Según Fernandez et al. (2012) sobre la productividad de hongos en *Pinus ponderosa* dice: Los datos de productividad de *S. luteus* se obtuvieron de Barroetaveña (2007), basados en un seguimiento durante cinco años en forestaciones de 13 a 20 años ubicadas en los alrededores de Esquel (Chubut, Argentina), donde se detectó fructificación variable asociada principalmente a las precipitaciones y al manejo de la densidad de las forestaciones. Los valores de producción potencial de hongos en las forestaciones de Chubut se extrajeron de Barroetaveña et al. (2010a), clasificando la superficie total forestada en tres rangos de precipitación y asociando a cada una un valor de productividad. Se asumió que los hongos comienzan a fructificar en forma constante a los 5, 7 y 10 años de edad de las forestaciones y hasta el año anterior a la corta final, y que se cosecha en todos los predios forestados que cumplen con estas características. Del mismo la conversión del peso de hongos frescos a secos usado fue 10:1. Si bien Barroetaveña (2007) obtuvo un factor preliminar de 7,6:1 para la región de estudio (correspondiente al relevamiento de un solo año), se decidió utilizar el valor mínimo propuesto por la FAO (1998) que contempla un rango de 10:1 a 20:1.

BIENES Y SERVICIOS EN EL PERÚ

Valoración económica de los bienes y servicios ambientales

El Perú tiene en el MDL una oportunidad para obtener mayores ingresos por los proyectos que contribuyan a la mitigación de emisiones. FONAM (Fondo Nacional del Medio Ambiente) concentra sus actividades en el tema de Cambio Climático promocionando y desarrollando, en asociación con el gobierno y el sector privado nacional, el mercado de carbono en el país, además de darle seguimiento técnico a las propuestas de proyectos y actividades orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Actualmente, FONAM cuenta con cinco áreas que trabajan directamente en Cambio Climático: Mecanismo de Desarrollo Limpio, Energía, Transporte, Bosques y Servicios Ambientales y Agua y Residuos Además, forma parte de la Comisión Nacional de Cambio Climático y es punto focal del Negocio de Carbono del Banco Mundial en el país. Participó en la elaboración de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y formó parte de la Junta Directiva del Estudio Nacional de la Estrategia del MDL. Como parte del Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y Contaminación del Aire (PROCLIM), FONAM ejecutó el sub-proyecto "Elaboración de una Cartera de Proyectos que Califiquen al Mecanismo de Desarrollo Limpio".

Si bien la falta de valoración de los servicios que los recursos naturales proveen a la sociedad, es uno de los motivos del uso no sostenible en el Perú. Actualmente, la conservación de los ecosistemas forestales y de la biodiversidad en general, desde un punto de vista de la economía clásica se ha asumido más bien como un costo para la sociedad y no como una inversión para mantener la calidad de vida de las poblaciones humanas. El papel de los ecosistemas forestales, en la regulación de la calidad y cantidad de agua de los ríos; especificando mejor la idea. La cobertura vegetal afecta los flujos de agua aumentando la infiltración y percolación de agua en el suelo y subsuelo, lo cual genera cuatro servicios ambientales a saber: control de erosión del suelo, disminución de la cantidad de sedimentos en cursos de agua, disminución de descargas sorpresivas en ríos y quebradas, un incremento de su flujo base de los ríos, y alimentación de acuíferos que alimentan las nacientes y pozos de agua para consumo

humano y uso industrial. La retribución a la conservación de algunos de esos recursos es difícilmente costeable para nuestro país. Por esta razón, la implementación del pago por el Servicio Ambiental de áreas con cobertura vegetal para la protección del recurso hídrico. Es potencialmente una fuente importante de financiamiento para prevenir o mitigar los efectos del deterioro ambiental, promoviendo el fortalecimiento de la gestión de cuencas hidrográficas (Alvarado 2005).

Para el Perú los ecosistemas forestales son los proveedores más importantes de servicios ambientales del planeta como el mantenimiento del ciclo hidrológico y de la fertilidad de los suelos, entre otros. Las tierras de protección con cobertura vegetal de las cabeceras de los valles de la Costa están entre las más importantes proveedoras de recursos hídricos para usos humanos en el Perú debido a la gran concentración de población existente a lo largo de la misma. Tomando como base el marco legal existente, se propone crear un mercado para el servicio ambiental de las tierras situadas en las cabeceras de los valles costeros como una política para reducir la deforestación y la degradación de las mismas mediante un esquema de pago el cual sería elaborado haciendo uso de metodología participativa entre los actores involucrados. Este programa cubrirá tres aspectos referidos a un manejo integrado de una cuenca: a) manejo de los recursos naturales; b) manejo de la cuenca en el aspecto administrativo y, c) la educación ambiental como tema transversal. Cabe señalar que el pago por el servicio ambiental no constituye la única solución para incentivar la conservación pues esta debe incluir otros aspectos como la investigación, la valoración económica y la identificación de las áreas críticas de los bosques (FAO 2003)

En un trabajo hecho por Ventura (2003) presenta los resultados de una investigación realizada en Sihuas, Ancash, Perú. La valoración económica total de la diversidad biológica y servicios ambientales de las praderas altoandinas se realiza en dos escenarios:

i) Sin proyecto: manejo tradicional de praderas altoandinas en la Comunidad Campesina 14 Incas. ii) Con proyecto: en el cual se toma como referencia el proyecto «Recuperación y manejo de especies forrajeras palatables en 2 500 hectáreas de praderas naturales en la Comunidad Campesina 14 Incas», que se implementó en la zona con fondos de IRG/BIOFOR/USAID en el período 2000/2001. El manejo tradicional tiene un VAN (Valor Actual Neto US\$) positivo y pequeño en todos los

casos y es creciente con el incremento de la tasa de descuento. Sin embargo, es una alternativa que está degradando las praderas. En el manejo sostenible, tiene un VAN positivo y grande que disminuye conforme sube la tasa de descuento. Es sensible a la inversión inicial de US\$ 88694 que requiere esta alternativa y al hecho que las actividades tienen ingresos crecientes a través del tiempo.

Plantaciones Forestales

La finalidad principal de las plantaciones forestales es la de generar el interés en los agentes económicos organizados, con capacidad de gestión, para promover la forestación y reforestación, mediante plantaciones forestales, como una actividad que ofrezca oportunidades para la inversión, la generación de empleo productivo y el desarrollo rural; y adicionalmente, proporcionar bienes económicos y beneficios ambientales que también constituyen una alternativa de ingreso económico adicional, a través del mercado de carbono y otros (INRENA 2007).

Según INRENA (2001) en el ámbito nacional, regional y local existe una corriente ecologista llevada a cabo por las diferentes instituciones tanto estatales como privadas con énfasis en la forestación y reforestación, sin proporcionar mayor información a la población sobre la utilización de las plantaciones una vez instaladas

El concepto de plantación forestal tradicional tiende a ser aplicado a especies únicas, densidades de siembra uniformes, y aún a clases de edad. En recursos forestales mundiales (FRA) 2000 “las plantaciones forestales” se definen como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o indígenas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0.5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10 por ciento de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m (FAO 2000).

Estas plantaciones con especies exóticas en la Argentina han servido para la producción de madera, para chips, papel o celulosa. Estas aplicaciones requieren de madera de baja calidad por lo que no es necesario el raleo ni la poda de los rodales. Todo lo contrario sucede cuando el objetivo es madera u otro fin, encontrándose en

cuanto a las variantes sin y con raleo, diferencias altamente aseguradas estadísticamente. En diámetro de los árboles podados en la variante con raleo tienen un 30 % más de incremento que los árboles en la variante sin raleo. Esta ventaja también se manifiesta en cuanto al incremento del área basal donde se obtiene un 96 % más en la variante con raleo. Se concluye que la poda siempre tiene que estar acompañada por un raleo para obtener un mejor crecimiento y para la producción de madera de pino de alto valor la poda es imprescindible (Schoelzke 2003)

Una vez que el CO₂ atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, este participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces, flores y troncos). El árbol al crecer incrementa su follaje así como su altura y grosor del tronco. Durante el tiempo en que se encuentra constituyendo una estructura del árbol hasta que es remitido (ya sea al suelo o a la atmósfera), se considera que se encuentra almacenado. En el momento de la liberación (ya sea por descomposición de la materia orgánica y/o la quema de biomasa) el carbono fluye para regresar a su ciclo, por ello el balance emisión – captura es uno de los problemas abiertos en la discusión del cambio climático (Ordoñez y Maserá 2001).

En resumen, en la reacción de la fotosíntesis se involucran los compuestos agua y carbono, lo que a su vez corresponden con los motivos principales para el pago por servicios ambientales. Los responsables de regular los sistemas de servicios ambientales deben estar conscientes de que están involucrando procesos físicos y biológicos los cuales presentan una gran variabilidad y que no hay fórmulas mágicas para su predicción. Las herramientas generadas a partir de investigación son una aproximación a la realidad y es muy importante promover la obtención de parámetros biofísicos medidos en nuestros ecosistemas. Aunque la mayor parte de la precipitación es de origen marino, se cree que el agua evaporada del suelo y vegetación (evapotranspiración) puede influir regionalmente en la precipitación (Pritchett, 1987). Por ejemplo, se estima que en la cuenca del Amazonas el 25-50% de la precipitación se deriva de la evapotranspiración de la misma cuenca (Salati and Vose, 1984). Por la magnitud del área con vegetación, el caso de la cuenca del Amazonas es una situación particular. Lo anterior no significa que en general los bosques generan lluvia. Golding, (1970) citado por ERA (2005).

Captura de carbono

A nivel nacional y mundial se tiene referencia del carbono secuestrado por bosques naturales y especies (generalmente exóticas) en plantación, pero los estudios son puntuales en el tiempo y se basan en muchas extrapolaciones, la mayoría se refieren a parte de la biomasa aérea y no al ecosistema. Son escasas o nulas las experiencias con especies nativas y en bosques secundarios. Por lo anterior, la propuesta de investigación se orienta a medir la captura de carbono en ecosistemas establecidos a través de restauración activa (INISEFOR 2007)

Perú se encuentra consolidando su posición frente al cambio climático, evaluando su vulnerabilidad respecto del fenómeno. También su posición como emisor de GEI y su posición como potencial mitigador de emisiones están siendo determinadas. El país cuenta con un inventario nacional de GEI para el año 1994 que reporta para el país una emisión de más de noventa millones de toneladas anuales de dióxido de carbono (CONAM, 1997). Este nivel se compara con las emisiones de Los Estados Unidos que estimó para el año 1994 una emisión de más de 5.5 billones de toneladas anuales (CONAM, 1997). Perú no pertenece al grupo de países que debido a la magnitud de sus emisiones debe establecer medidas de mitigación, pero es importante conocer nuestra contribución y contar con una estrategia para optar por vías de desarrollo más limpias . El Perú como muchos de los países en desarrollo, cuenta con una base de datos muy pobre y desactualizada, y en algunos casos inexistente. En adición, a esta problemática, la sistematización y estandarización de la presentación de los datos de actividad y las incertidumbres introducidas en la recolección de los mismos representan un reto importante. Para posibilitar la aplicación de la propuesta es fundamental, en primer lugar, la Creación de una conciencia y sensibilización respecto al cambio climático por parte de los agentes económicos, políticos y población en general, de tal forma que al tomar decisiones o ejecutar acciones de desarrollo incluyan las variables y los indicadores de las emisiones (PROCLIM – INRENA 2005)

Según Alegre et al. (2002) el Carbono (C) en la vegetación de los sistemas de uso de la tierra de Cajamarca fluctuaron desde 0.7 t ha para los pastos nativos hasta 8 t ha-1 para cultivos, 10 t ha-1 para pinos jóvenes y hasta 148 y 198 t ha-1 para plantaciones de pinos de 16 y 27 años respectivamente. El C almacenado con especies de eucaliptos

fluctuaron de 102 hasta 120 t ha⁻¹ para 12 y 20 años de edad respectivamente. El rebrote de eucaliptos de 8 años acumuló en corto tiempo una buena reserva de C de hasta 84 t ha.

Hongos comestibles

AGRORURAL INKAWASI (2008) en las plantaciones de *Pinus radiata* prosperan el hongos *Suillus luteus* o *Boletus luteus*, la producción en fresco puede alcanzar los 1500 kg/año/ha, posteriormente se deshidrata en hornos obteniendo 1 kg de hongo deshidratado por cada 10 kg de peso fresco. La producción es para supermercados nacionales y para la exportación. El sombrero del hongo es color pardo oscuro con cutícula fácilmente desprendible, por lo general es glutinoso o pegajoso. Lo que más caracteriza a esta especie es la presencia de un anillo en el pie que al principio es de color blanco pero que al madurar se hace cada vez más oscuro

Mendo, MH y Mostacero, J. (2008) se realizó la valoración del secuestro de carbono y vuelo forestal de las seis especies forestales introducidas: *Pinus radiata*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. montezumae*, *P. gregüi* y *P. muricata*, en un área de 8736 hectáreas del bosque de la Cooperativa Agraria de Trabajadores "Atahualpa Jerusalén" Granja Porcon. En el sotobosque se evaluó la flora, los hongos y el paisaje. Se instalaron 60 parcelas circulares de 500 m² y se seleccionaron 180 árboles, por el método del árbol medio, y a través de seis excursiones se describió la flora, los hongos comestibles y el paisaje. Se evaluó el volumen comercial (51.28 a 191.46 m³/ha.), con una valoración económica del vuelo forestal que de acuerdo a la tasa de actualización de 10 y 14%, varía entre \$ 6133595 y \$ 4169 429 dólares americanos (escenario moderado). El secuestro de carbono de 695 6271 C02-e tiene un valor de \$ 1 897 160 dólares americanos. La composición florística está representada por 82 especies de Angiospermas; 55 especies de Dicotiledóneas y 28 especies de Monocotiledóneas y, 25 especies palatables para el ganado. Los hongos comestibles del genero *Suillus* tienen un rendimiento de 50 kg de materia fresca/ha, equivalente a 1.7 kg de materia deshidratada/ha y los turistas tienen disposición a pagar (DAP) S/2.45 nuevos soles. Los resultados de la investigación permitieron formular un modelo de desarrollo forestal, basado en el uso racional de los recursos naturales.

BIENES Y SERVICIOS EN CUTERVO

Valoración económica de los bienes y servicios ambientales

El SINANPE tiene como objetivo contribuir al desarrollo sostenible del país a través de la conservación de una muestra representativa de la diversidad biológica, mediante la gerencia eficaz de las áreas naturales protegidas, garantizando el aporte de sus beneficios ambientales, sociales y económicos a la sociedad (Plan Director de las Áreas Naturales protegidas, 2007)

Plantaciones Forestales

Los bosques del Parque Nacional Cutervo poseen una gran diversidad de especies, albergada en bosques de neblina, bosque enano, bosque alto, dando lugar a un banco genético de alta importancia, según lo refiere el estudio Floristic Inventory and Biogeographic Analysis of Montane Forest in Northw Estern Perú.

Con respecto a proyectos que se desarrollan en la provincia de Cutervo podremos mencionar que son escasos, en tal sentido no existe una diversidad de instituciones privadas que ejecutan tareas o actividades con respecto a la conservación, en el caso de entidades estatales existen mayormente los programas asistenciales, las municipalidades Distritales y Provincial quienes poco interés tienen por la Forestación y Reforestación y AGRORURAL (Programa de desarrollo Agrario Rural) antes llamado PRONAMACHCS (Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos) que trabaja desde el año 1996, ha logrado desarrollar proyectos de reforestación en un área de 3,000 has aproximadamente, no cuenta con registros exactos ni actualizados.

La Zona de Amortiguamiento del PN Cutervo se ubica en su integridad en la Región de Cajamarca, formando un anillo alrededor de las dos sectores del ANP, fue establecida mediante R.J. N2 238-2007 INRENA el 22 de Octubre del 2007, sin embargo en el desarrollo del Plan Maestro se ha redefinido sus límites los cuales están basados en diversos criterios como, los de fácil identificación en campo (considerando los aspectos físicos - geográficos), variables socio económicas que potencialmente puedan ejercer presión sobre el ANP (presión antrópicas - influencia de las poblaciones

asentadas en el ámbito de la ZA al ANP y actividades económicas), esta nueva área abarca una extensión de 19,221.90 Has

En el año 2001 se realiza el reajuste de la propuesta de Ampliación del año 2000, considerando para ello especies de interés científico, accidentes geográficos, la menor área intervenida posible, tenencia de tierras y lugares con potencial turístico. Esta propuesta de Ampliación abarca una extensión de 8,675.39 ha (dividida en dos sectores de 6,159.91ha - sector Sur y 2,515.48 ha - Sector Norte)

Hongos comestibles

Las plantaciones de pino, generan el surgimiento de Hongos comestibles, como el Boletus. Los fúngidos brotan mayormente en las plantaciones de coníferas mayores de tres años, la población desconoce el consumo y su utilidad de estas especies y por lo tanto no ayudan a generar ingresos en las familias. Con las experiencias obtenidas en la Provincia de InkaHuasi región de Lambayeque y con el presente estudio se pretende sensibilizar a los dueños de las tierras reforestadas para obtener el máximo provecho.

Estudios realizados por Garcia (1999) muestran que desde el inicio del carpoforo hasta su tiempo óptimo de cosecha pasaban 10 días, antes no alcanzan el máximo tamaño, más de 10 días comienzan los poros a madurar teniendo que ser retirados, y a mayor madurez el porcentaje de materia seca es menor. También demuestra que en la Zona de estudio IV del cerro campanario en Porcon Cajamarca se obtuvieron 1231.822 kg/ha, en un periodo de 120 días.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en la Sierra Norte del Perú, departamento de Cajamarca, provincia y distrito de Cutervo a una altitud de 2,750 m.s.n.m. La zona donde se realizó el estudio, se localiza en la margen derecha aguas abajo del Río Chotano, en el divortium aquarum entre la cuenca del río Chotano y Río Cutervo, comprende a la zona limítrofe reforestada de los caseríos de La Congona, Yanapaccha, La Llica y San Felipe, todas las plantaciones se ubican en y muy cerca de la cima de los andes occidentales. El distrito de Cutervo, se ubica al Sur de la provincia del mismo nombre. Actualmente tiene una población de 53075 habitantes, de los cuales 16 728 se encuentran en la zona urbana y 36343 en la zona rural (INEI, 2007); la población del área de estudio es de 283 familias, que hacen un total de 1120 personas. El 90% se dedica a la agricultura y el resto al comercio, transporte y otros.

La zona de estudio corresponde según Holdridge a un Bosque húmedo – Montano Bajo Tropical (bh-MBT), la precipitación total anual promedio se encuentra entre los rangos de 1.000 a 2.000 mm, la temperatura media anual esta entre los 13 y 17 °C y la relación de evaporación potencial entre 0,5 y 1,0. Según Thornthwaite la clasificación climática es del tipo semiseco, cálido y húmedo, con ausencia de precipitaciones en otoño, invierno y primavera. Corresponde este tipo climático a las localidades de las provincias de San Ignacio, Jaén y Cutervo, y a los pisos más elevados de la cordillera.

Los suelos de la zona se caracterizan por presentar, en más del 65% de su territorio pendientes que varían entre los rangos de 25 - 50% y 50 – 70%, es decir pendientes moderadamente empinadas y empinadas, estas pendientes están expuestas a una erosión de moderada a severa. En ciertas zonas hay abundante agua pero por las pendientes que presentan dificultan su aprovechamiento. Las aguas confluyen directamente al río Chotano sin ser aprovechadas para las actividades ganaderas y agrícolas de la zona. La actividad agrícola está caracterizada mayormente por la producción de papa tanto para el mercado como para el autoconsumo; caracterizado por el uso de tecnologías tradicionales. También encontramos que el 33.6 % de su superficie total presenta

pendientes nulas o casi a nivel, en donde se pueden desarrollar la actividad agrícola, incluso usando maquinaria, ya que en estas zonas no existe erosión hídrica.

Otra fuente de ingreso de los pobladores de la zona de estudio es la crianza de ganado vacuno y cuyes, la leche es transformada en quesos de forma artesanal, la crianza de cuyes es mayormente para el mercado, cada familia cría alrededor de 20 a 50 cabezas.

Los bosques sembrados están conformados por una sola especie forestal como es el *Pinus patula* distribuidas en un área de 250 hectáreas y caracterizados por desarrollarse en diferentes espacios y calidad de sitios; observándose escasa diferenciación de crecimiento a excepción de las edades.

La investigación es de tipo descriptivo y explicativo, porque se busca valorar bienes económicos y servicios ambientales en las plantaciones forestales, por considerarlas las más importantes, según los objetivos.

El presente estudio es no experimental, porque no se puede hacer variar intencionalmente las variables independientes y a la vez es una Investigación transeccional descriptiva, porque consiste en medir en un grupo de individuos más de una variable y hacer su descripción.

La identificación de la población arbórea fue tomada según las variables independientes: Biomasa, Hongos comestibles, madera, leña y Co₂ y las variables dependientes como es la edad de la plantación. Donde las poblaciones arbóreas son las plantaciones de *Pinus patula* de las comunidades de La Congona, La Llica, Yanapaccha y San Felipe del distrito de Cutervo y específicamente las parcelas boscosas donde se tomaron las muestras.

La población se dividió en 13 parcelas, 4 de 4 años de edad, 6 de 6 años y 3 de 12 años, en estas se determinó biomasa, Hongos comestibles, madera y leña

Para utilizar los métodos de campo y laboratorio, en esta fase se dividió en 04 sub fases debido a que son 4 los componentes a evaluar: Biomasa, hongos, madera y leña

Biomasa

Selección de las unidades de estudio: La selección del sector específico para realizar el análisis y obtención de muestras, se determinó a través de un amplio recorrido y observación de las plantaciones, haciéndose comparaciones de las diferentes zonas de crecimiento, estados de desarrollo (adulto, renoval) y grados de alteración (con o sin manejo). La topografía de la plantación es en promedio del 20% de accidentada y facilita el trabajo de campo y se ubica muy cercana a la carretera.

Descripción de las plantaciones: La zona de plantación es al 100 % de la especie *Pinus patula* y abarca una extensión de 250 has, con plantaciones de 4, 6 y 12 años de edad.

Selección del rodal: Se revisó metodologías como la del ICRAF (Centro mundial de agroforestería), ADEFOR (Asociación de desarrollo Forestal) y Schlegel de la UACH (Universidad Austral de Chile), optando por este último el cual dice que los rodales finalmente elegidos deben corresponder a aquellos que representen la situación de interés. Deben tener una superficie mínima de 10 hectáreas y ser relativamente homogéneos en composición y alteración antrópica. En nuestro caso evaluaremos rodales con 05 hectáreas, debido a que en la zona de estudio se cuenta con minifundio y existe escasez de grandes extensiones.

En cada Rodal se identifica una parcela, ésta debe estar incluida en su totalidad dentro del rodal, y, no debe presentar efectos fuertes de borde, claros grandes o accidentes topográficos significativos (quebradas y cortes).

Forma y tamaño de las parcelas: Cada parcela se delimitó usando GPS y Wincha, demarcando el círculo y el centro. Dentro de cada rodal se estableció 01 parcela circular de 250 metros cuadrados. El tipo de plantación es mono específica, es decir con una sola especie, dentro de ella se presentaron individuos en diferentes estados de desarrollo, debido a las distintas exposiciones, pendientes y grado de pedregosidad existentes en la plantación. En total se establecieron 13 parcelas

Selección de árboles muestra: En primer lugar se contaron todos los árboles de la parcela, se evaluó el tipo y distanciamiento de plantación, luego a todos los individuos

se les midió y tomó en cuenta las siguientes variables: DAP (diámetro a la altura del pecho), edad y altura total.

Debido a que no se pueden utilizar todos los árboles para un análisis destructivo de biomasa, y por el alto costo que esto significa, se eligió como muestra un árbol por parcela. Por ello se seleccionaron 13 individuos por ser una sola especie a evaluar.

Evaluación de la Biomasa aérea: En esta etapa se realizaron las mediciones, con el árbol caído. Es necesario incorporar un grupo de variables de interés para un buen uso posterior de los antecedentes. Previo al volteo de los árboles, se registró para cada árbol: Número de árbol y DAP.

Antes del tumbado se señala la zona de caída del árbol y complementariamente se preparó despejando de matorrales y otros árboles menores que puedan dificultar el trabajo y procesamiento posterior. Además se identificó la zona de pesado con el fin de habilitarla para el trabajo de medición y pesado de la biomasa. Para ello se ubicó un trípode de maderos donde se colocó la pesa (de 100 kg).

El corte de tumbado se hizo a 15 cm del suelo, posteriormente se procede al desrame y trozado, se dividió componentes como: fuste, ramas verdes, ramas secas y hojas (ramas menores de 1 cm de diámetro son consideradas como hojas). Posteriormente se pesaron todos los componentes, el fuste se corta en secciones que no debe pesar más de 100 kg. De allí se sacan 3 submuestras (rodajas) de diferentes partes del fuste y 3 muestras de cada componente con sus respectivos pesos en húmedo.

Método de laboratorio: Estas sub muestras se secaron hasta obtener peso constante a temperatura de 105 °C. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular la relación peso seco-peso húmedo (Ps/Ph) promedio para cada componente. Se sumó el peso húmedo total de cada componente (fuste, ramas, hojas) por su relación correspondiente para establecer su peso seco total. La relación de cada rodaja se utilizó para obtener el peso seco de cada sección del fuste del árbol a partir del peso fresco obteniendo así el peso seco del fuste. La suma del peso seco de cada componente constituyó la biomasa total del árbol en kg/árbol y llevado a tn/hectárea.

Fórmula:

$$\text{Paso 1.} \quad \text{Basu} = (\text{Bf} + \text{Br} + \text{Bh})$$

Donde:

Basu: Biomasa arbórea sobre el suelo de una unidad en kilogramos de materia seca por árbol (Kg. M.S./árbol)

Bf = Biomasa del fuste

Br = Biomasa de ramas

Bh = Biomasa de hojas

$$\text{Paso 2.} \quad \text{BA} = \text{Basu} \times \text{A}$$

Donde:

BA = Biomasa sobre del suelo arbórea (ton. MS/ha);

Basu: Biomasa arbórea sobre el suelo de una unidad en kilogramos de materia seca por árbol (Kg. M.S./árbol)

A = Número de árboles por hectárea (N° árboles/ha)

Posteriormente las sub muestras fueron enviadas al laboratorio de La Universidad Nacional Agraria La Molina para determinar la cantidad de Carbono de cada sub muestra; los resultados se presentaron en porcentaje de C que contiene cada sub muestra. Con ello se multiplicó el peso de la biomasa de cada componente por su relación correspondiente de C para establecer el C total que se encuentra en la biomasa aérea expresado en toneladas por hectárea.

$$\text{Fórmula: } C_{\text{BA}} = (\text{BA} * \text{CF})$$

Donde:

C_{BA} = Cantidad de carbono en la biomasa sobre del suelo (ton. C/ha)

BA = Biomasa sobre del suelo arbórea (ton. MS/ha)

CF = Fracción de carbono (ton. C /ton. MS)

Biomasa radicular: El determinar la biomasa bajo el suelo, o biomasa radicular, es un proceso muy costoso, sin embargo, para tener mejores estimaciones de C total por hectárea, recurrimos a la literatura para estimar la biomasa radicular en este ecosistema; según Calderón et al. (2002) dice que: MacDicken (1997) obtuvo un 15% de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea en bosques de Chile, también dice que valores

mayores obtuvo Cairns et al. (1997) para distintos lugares del mundo, teniendo a razón de raíz/tallo entre 0.20 y 0.30, es decir 20 a 30% de biomasa radicular con respecto a la biomasa aérea (fustes, ramas y hojas). Se consideró para este trabajo el valor de 20% de biomasa radicular respecto de la biomasa aérea obtenida. Para obtener el C total por hectárea, aplicamos la fórmula multiplicamos al C de la biomasa sobre el suelo más el 20%

$$\text{Fórmula: } C_t = C_{BA} + 0.2C_{BA}$$

Donde:

C_t = Carbono total (ton. C/ha)

C_{BA} = Cantidad de carbono en la biomasa sobre del suelo (ton. C/ha)

Madera y leña

Selección de las muestras para madera: La obtención de los datos se obtuvo de los árboles que fueron evaluados en las 13 parcelas, un total de 459 árboles para medir biomasa, a todos los árboles en pie se les evaluó el DAP y altura total y a los árboles tumbados se les evaluó las variables de, altura comercial, altura total, altura de comienzo de copa viva, diámetro a la altura comienzo de copa viva, diámetro con corteza cada 1 m a partir del tocón. También se registró el espesor de corteza a lo largo del fuste principal, tomando la medición en el mismo lugar en que se realizan las mediciones de diámetros,

Según Gis Iberica (2001) en el manual de “Reglas para determinar el volumen de madera que un tronco puede producir” para cubicar madera se utilizó 2 formulas:

a). Para cubicar madera de árboles de pino en pie con edades de 4 y 6 años utilizamos la ecuación de Contreras, 1987 y es la siguiente

$$V = 0.06704806 + 0.00002812803 \text{ dap}^2 * h$$

Donde:

V = Volumen en m3 sin corteza

Dap² = Diámetro a la altura del pecho (1.20 m)

H = Altura total del árbol

Luego este valor se multiplica por la cantidad de árboles por hectárea y el resultado se obtiene en m³ de madera por hectárea.

b). Para cubicar árboles de 12 años se utilizó la fórmula de Smalian, por ser árboles con mayor DAP y con fustes de mayor tamaño.

$$V = \left(\frac{D1^2 + D2^2}{2} \right) \times 0.7854 \times L$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m³)

D1= diámetro mayor en metros

D2= Diámetro menor en metros (0.01m)

L = Largo de la troza en metros

Selección de muestras para leña: Leña comprende todas las ramas mayores a 1 cm de grosor. La leña se cubica de acuerdo al volumen de cada rama multiplicado por el número de ramas por árbol. Los datos se obtuvieron de los árboles tumbados, más los árboles podados y todos los evaluados en cada parcela. Se evaluó a través de la fórmula de Smalian: Cuantificación del volumen de trozos sanos al resultado se le multiplicó por un factor de 0.7 que es el factor de apilamiento para leña.

$$V = \left(\frac{D1^2 + D2^2}{2} \right) \times 0.7854 \times L \times 0.7$$

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos (m³)

D1= diámetro mayor en metros

D2= Diámetro menor en metros (0.01)

L = Largo de la troza en metros

Factor de apilamiento: 0.7

Hongos comestibles

Después de revisar bibliografía, se determinó que la metodología a usar es la de García (1999) la misma que fue utilizada en Granja Porcón, debido a que no se ha podido encontrar otra metodología de evaluación

Delimitación del área de estudio: Se delimitó el área de estudio y el número total de parcelas a instalar, además se entrevistó a los dueños para conocer cuáles son las edades de las plantaciones y zonas donde los basidiocarpos existen. Con ello se concentró el estudio en las zonas indicadas en el ámbito de las 250 hectáreas. Para determinar el número de parcelas, es necesario recalcar que por cada 15 hectáreas debe existir una parcela de evaluación; en tal sentido se llegó a la conclusión que se instalarían 17 parcelas de forma circular de un área de 3.1416 m² cada una distribuidas proporcionalmente.

Registro de información: En la evaluación de cada parcela se tomaron los datos siguientes: Zona de estudio, número de parcela, especie arbórea predominante, luminosidad, número de basidiocarpio y peso fresco. Para mayor homogeneidad se optó por parcelas circulares de 1 m de radio, se delimitaron a través de estacas.

Frecuencia de evaluación: Según Garcia (1999) desde que aparece el primer indicio del carpoforo, hasta su tiempo óptimo de cosecha pasaba un intervalo de 10 días. Antes de este tiempo el basidiocarpio no alcanza su máximo tamaño, por ello para el presente estudio se evaluaron las parcelas por un periodo de 30 días con una frecuencia de visitas de cada 2 días contados a partir del primer indicio del basidiocarpio

Recolección de los basidiocarpos: Durante las visitas no se puede ingresar a las parcelas, para no destruir futuros carpoforos. La cosecha se hace cortando los hongos a la altura de la base del pileo, cuidando de no afectar a los que se encuentran cerca de ellos. Luego fueron pesados e inmediatamente almacenados en bolsas con su respectiva rotulación.

Peso de cutícula: En la comercialización de hongos, la cutícula es la parte que se retira del hongo, razón por la cual fue necesario descartar su peso de esta para no alterar los datos obtenidos.

Para su evaluación se procede a pesar primero los 100 basidiocarpos con cutícula y luego sin ella, por diferencia de pesos se obtiene los porcentajes

Paso 1. Determinación de porcentaje de humedad. Se procedió a tomar una muestra de 100 basidiocarpos, primeramente se tomó el peso fresco y luego se procedió a

secarlos en una estufa durante 3 días a 60 °C y de esta manera se obtuvo el % de humedad a través de la diferencia de pesos.

$$CH = \frac{(Phs - P)}{Phs} \times 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad (%)

Phs = Peso húmedo de muestra (peso fresco)

Pss = Peso seco de muestra

Paso 2. Determinar hongos deshidratados

Peso de hongos deshidratados:

$$HD: Phs \times (100 - CH)$$

Para proyectar la evaluación a kg/ha es necesario conocer los pesos promedios en fresco y deshidratado de un hongo

Paso 3. Producción por hectárea

$$N^{\circ} \text{ hongos/ha} = (N^{\circ}hp / Ap) \times P \times A$$

Donde:

$N^{\circ}hp$ = Numero de hongos por parcela

Ap = Área de parcela (3.1416 m²)

P = Meses de lluvia al año (4 meses)

A = Área (10,000 m²)

Materiales y Equipos: Motosierra, GPS, Cámara fotográfica, Wincha de 5 y 50 m, Forcípula de madera, balanza.

Otros: Unidad móvil, libreta de campo, lapicero, cámara fotográfica y equipo de cómputo.

Árboles forestales, Esmalte, Rafia, Papel bond A4, Papelotes, Tableros, Lápiz, borrador, Planos, Etiquetas, Bolsas para muestra, Calculadora, Cuerda o sogá, Tipeos e impresión, Redacción y edición

Laboratorio Seleccionado: El primer laboratorio fue el de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo Filial Cutervo, donde se determinó la humedad de los hongos comestibles y las pesadas de las partes a evaluar de los árboles tumbados.

Otro laboratorio utilizado fue el de la Universidad Agraria La Molina donde se determinó el carbono total de las muestras

Foto1. Plantaciones de *Pinus patula*.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La zona de estudio corresponde según Holdridge a un Bosque húmedo – Montano Bajo Tropical (bh-MBT), la precipitación total anual promedio se encuentra entre los rangos de 1.000 a 2.000 mm, la temperatura media anual esta entre los 13 y 17 °C y la relación de evaporación potencial entre 0,5 y 1,0. Según Thornthwaite la clasificación climática es del tipo semiseco, cálido y húmedo, con ausencia de precipitaciones en otoño, invierno y primavera. Corresponde este tipo climático a las localidades de las provincias de San Ignacio, Jaén y Cutervo, y a los pisos más elevados de la cordillera.

Los suelos donde se han instalado las plantaciones sobre todo las primeras no son aptos para la agricultura, según la guía de Clasificación de los Parámetros Edáficos, del Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor, aprobado por D.S. N° 017-2009/AG tienen pendientes con rangos de empinadas (25 a 50%) aquí se encuentra el 90% de las plantaciones y en el rango de muy empinadas (50 a 75%) se encuentra aproximadamente el 10%, pero es aquí donde en la actualidad, se vienen realizando masivas plantaciones. Pertenecen a las Subclases F2se – Xse (Tierras aptas para producción forestal, calidad agrologica media, con limitaciones de suelo y erosión - Tierras de protección, con limitaciones de suelo y erosión) y Subclase Xsec (Caracterizada por presentar pendientes empinadas (>50%). Estas tierras están limitadas en su uso potencial, por presentar fuertes pendientes y presentar suelos con una erodabilidad muy alta

Se evaluaron 13 parcelas de plantaciones de *Pinus patula* de 250 m² cada una, de diferentes edades, 4 parcelas de 4 años, 6 parcelas de 6 años y 3 parcelas de 12 años; cada una de ellas presenta diferentes rangos que van desde 24 hasta 44 árboles, de esta forma se evaluaron un total de 459 individuos en pie, y de estos, 13 de ellos fueron evaluados por el método de destrucción o árbol tumbado, los resultados se muestran en el tabla 2.

Tabla 2. Principales características obtenidas en las plantaciones de pino

Nº PARCELA	EDAD (años)	Nº INDIVIDUOS	DAP PROMEDIO (cm)	ALTURA TOTAL (m)
1	6	35	9.10	6.58
2	6	33	8.98	6.94
3	12	26	17.68	11.31
4	12	26	17.94	11.30
5	12	29	20.77	11.13
6	6	24	13.23	6.48
7	6	33	13.28	6.76
8	6	44	13.04	6.46
9	6	44	11.14	6.44
10	4	44	5.00	3.80
11	4	41	6.00	3.88
12	4	41	5.93	3.83
13	4	39	6.34	4.07
Total		459		

Fuente: Registro de evaluación de plantaciones - 2013

La variación en el número de individuos por parcela, que se aprecia en la tabla 2, obedece al distanciamiento, tipo de plantación y mortandad. Las plantaciones de 12 años presentan menor número de árboles por parcela debido a que han sido sembrados a distanciamientos de 3.0 x 3.0 m, además no se han realizado recalces ni manejo de plantaciones.

Las tierras donde se han instalado las plantaciones de *Pinus patula* no son aptas para la agricultura, en la mayor parte tampoco son aptas para forestales, pero las plantaciones allí están desarrollándose mayormente con éxito, son pocas las áreas donde el desarrollo es lento por la escasa capa superficial y la escasez de nutrientes para las plantaciones, ello ha conducido a que los precios de las tierras se incrementen de s/. 500 ha⁻¹ en el año 2003 a 4.000 y s/. 5.000 ha⁻¹ en la actualidad, estas áreas están ubicadas en zonas muy empinadas, según los agricultores se aprecia que es una de las formas de darle valor a los terrenos.

En la tabla 3, se muestran las densidades de las poblaciones, encontrándose diferentes distanciamientos de plantación desde 2.20 x 2.20 m, hasta 3 x 3 m, predominando el de mayor distanciamiento, con el tipo de plantación denominado “Tres bolillos” y con una densidad de 1282 árboles ha⁻¹. También se demuestra que a

partir del año 2006 se incrementan las áreas reforestadas en la zona de estudio, siendo así que en el año 2009 se instalan 125 has de plantaciones, meta que duplica a la plantada en el año 2001 donde se instalaron 50 ha, razón por la cual en el año 2013 se tienen 250 has plantadas

Tabla 3. Densidad de las plantaciones de pino

CAMPAÑA	ESPECIE	Nº PARCELAS	AREA (ha)	DENSIDAD (plantas/ha)
2000-2001	<i>Pinus patula</i>	3	50	1080
2006-2007	<i>Pinus patula</i>	6	75	1282
2008-2009	<i>Pinus patula</i>	4	125	1282
TOTAL		13	250	

Fuente: Registro de evaluación de plantaciones - 2013

De los resultados y conversaciones con los dueños de las tierras declaran, que las instituciones públicas y privadas que han contribuido a la instalación de las plantaciones, no han informado a la población cual es el objetivo específico de plantar, el desaparecido PRONAMACHCS ahora AGRORURAL tenía como objetivo reforestar para conservar los recursos naturales (protección del suelo), otras instituciones han tenido como objetivo conservar la parte alta de la cuenca entre otros, por tal razón se desconoce mucho sobre el aprovechamiento de las plantaciones forestales.

De otra manera, muchos de los propietarios de las parcelas ven a la reforestación como una actividad que da mayores ingresos que la agricultura o la ganadería en el largo plazo, porque se están sembrando árboles donde no se podrá realizar agricultura; otros piensan que son las tres actividades que se deben desarrollar en paralelo

En la tabla 4, se determina la cantidad de leña de acuerdo a la edad de la plantación y esta se obtiene a través de las podas que se realizan a los árboles de *Pinus patula*, a los 4 años se podaron mayormente los dos primeros verticilos, el primer verticilo es podado en su totalidad y en el segundo se podaron las ramas que tienen diámetros mayores a 3 cm, las cuales son aptas para el mercado de leña; en este verticilo quedan algunas ramas que serán podadas en una segunda oportunidad; a esta edad el diámetro de las ramas es en promedio 3.2 cm y una longitud de 1.87 m, con ello se alcanza aproximadamente los 3.4 m³ ha⁻¹. A los 6 años se encuentran aptas ramas del tercer verticilo en algunos del cuarto verticilo, más las ramas que quedaron de la primera poda,

estas presentan mayor diámetro y longitud, arrojando 5.7 m³ ha⁻¹. En las plantaciones de 12 años se han encontrado áreas donde se ha realizado la poda y en otras no, la evaluación se ha realizado en parcelas sin podas anteriores, al realizar la poda arroja un volumen de leña de 16.6 m³ ha⁻¹. Las podas de las plantaciones se realizan de acuerdo a la capacidad de mano de obra de los propietarios, solo se podan ramas que sirven para leña, a pesar de ello la mayor parte del área se encuentra sin poda. En la evaluación realizada se aprecia que no se han efectuado raleos, a pesar que el objetivo es obtener madera. Según Schoelzke 2003, en Argentina concluye que para la producción de madera de pino de alto valor la poda es imprescindible, de allí se presume que los agricultores no tendrán madera de calidad al cosechar los árboles forestales.

Tabla 4. Cantidad de leña

EDAD (años)	DIAM RAMA (m)	LARGO RAMA (m)	Nº RAMAS	VOLUMEN/ HECTÁREA (m ³)
4	0.032	1,87	4,5	3,4
6	0.039	2,03	4,8	5,7
12	0.048	3,23	8,0	16,6

Fuente: Registro de evaluación de plantaciones - 2013

El *Pinus patula* es una especie que prospera muy bien en los andes del norte del Perú desde La libertad hasta el Amazonas, por ello los especialistas de AGRORURAL recomiendan el sembrío de esta especie en Cutervo y también realizar la poda a partir del tercer o cuarto año de establecidas las plantaciones, luego una segunda poda entre los 6 y 7 años cuando el objetivo es obtener madera de calidad. Se realizaron entrevistas con los agricultores para conocer el destino de la leña, ellos manifiestan que la leña de pino es un combustible con mucha demanda, por el fuego que genera cuando ésta se quema, esto se debe a la resina que tienen las pináceas, en la ciudad de Cutervo la carga se vende a S/. 7; en un metro cubico ingresan 20 cargas aproximadamente.

La venta de leña, resulta ser una forma de obtener recursos para realizar las podas, algunos agricultores realizan la minga donde los que trabajan en la poda se les paga con leña que se obtiene de las plantaciones.

4.1. Biomasa

El contenido de Biomasa total por hectárea en las plantaciones de *Pinus patula* con una densidad de 1,282 árboles por hectárea varía de acuerdo a la edad y el diámetro a la altura de pecho (DAP) de los árboles, a los 04 años concentran 26,6 t ha⁻¹ de biomasa, a los 6 años 93,07 t ha⁻¹ y a los 12 años 157,55 t ha⁻¹. Esto equivale a incrementos promedios anuales de 6,65 t en el periodo de 1 a 4 años de edad, de 33,23 t año⁻¹ en el periodo de 4 a 6 años, mientras en el rango de los 6 a 12 años el incremento es de 5,4 t año⁻¹ (ver tabla 5)

A mayor edad del árbol se incrementa el DAP, del mismo modo se incrementa la biomasa en el fuste del árbol, a los 4 años el fuste posee el 37,5%, a los 6 el 47,6% y a los 12 el 51,3% de la biomasa aérea. Esto coincide con lo encontrado por Helmisaari et al (2002) citado por Muñoz et al (2005) quienes concluyeron que la madera fue el principal componente de la biomasa para un bosque adulto (35 años) y para un bosque maduro (100 años) de pino escocés (*Pinus sylvestris* L.) en el este de Finlandia

Tabla 5. Sistematización de resultados para determinar biomasa y carbono total

Edad (años)	DAP (cm)	Área (ha)	Descripción	Peso de fuste	Peso de ramas	Peso de acículas verdes	Peso de acículas secas	Conos	Total	Proyección total (t)
12	18,50	50	Biomasa (t ha ⁻¹)	80,87	41,30	28,91	3,49	2,98	157,55	7.877,66
			C en biomasa aérea	42,16	21,66	14,10	1,70	1,45	81,08	4.053,81
			C en raíces (20%)						16,22	810,76
			Ct (t ha ⁻¹)						97,29	4.864,57
			CO2 (t ha ⁻¹)						356,77	17.838,50
6	11,46	75	Biomasa (t ha ⁻¹)	44,29	27,69	20,23	0,87		93,07	6.980,55
			C en biomasa aérea	23,09	14,52	9,86	0,42		47,90	3.592,41
			C en raíces (20%)						9,58	718,48
			Ct (t ha ⁻¹)						57,48	4.310,89
			CO2 (t ha ⁻¹)						210,78	15.808,20
4	5,82	25	Biomasa (t ha ⁻¹)	9,97	11,13	5,51			26,60	3.325,46
			C en biomasa aérea(t ha ⁻¹)	5,20	5,84	2,69			13,72	1.714,80
			C en raíces (20%)						2,74	342,96
			Ct (t ha ⁻¹)						16,46	2.057,76
			CO2 (t ha ⁻¹)						60,37	7.545,90

Fuente: Resultados de laboratorio y campo - 2013

La biomasa en las ramas decrece a medida que se avanza en edad, excepto en árboles menores de 4 años donde la biomasa alcanza el 41,84% del total diferenciándose de lo citado anteriormente, a los 6 años comprende el 29,75% y a los 12 años el 26,21%, esto determina que, en el rango de 6 a 12 años decrece muy lentamente en promedio de 0.6% anual (ver tabla 5)

La biomasa foliar se mide en base a dos componentes acículas verdes y secas caídas al suelo, las verdes presentan valores ligeramente decrecientes, a los 4 años es de 20,71% y a los 12 es de 18,35%, mientras que las secas empiezan aparecer a los 6 años con valores de 0,9% para llegar a los 12 años con 2,2% de la biomasa total.

Según Calderon et al. (2002) dice que para estimar C de la biomasa radical, la relación raíz/tallo para distintos lugares del mundo es entre 20 y 30%. Por ello para nuestras estimaciones se ha tomado el valor del 20% con relación a la biomasa sobre el suelo; de esta manera a los 4 años almacenan 16,46 tC ha⁻¹ a los 6 se incrementa a 57,48 tC ha⁻¹ y a los 12 años concentran 97,29 tC ha⁻¹ esto es corroborado por Alegre et al. (2002), quien dice que, el C en la vegetación de los sistemas de uso de la tierra en Cajamarca fluctuaron desde 0,7 t ha⁻¹ para los pastos nativos hasta 8 t ha⁻¹ para cultivos, 10 t ha⁻¹ para pinos jóvenes y hasta 148 y 198 t ha⁻¹ para plantaciones de pinos de 16 y 27 años respectivamente. Los datos anteriores al transformarse en concentraciones de CO₂ arrojan cantidades de 60,37 tCO₂ ha⁻¹ a los 4 años, 210,78 tCO₂ ha⁻¹ a los 6 años y 356,77 tCO₂ ha⁻¹ (Tabla 5).

La distribución de las 250 has en plantaciones de diferentes edades es un aproximado, este dato ha sido obtenido por los propietarios de las parcelas y por las autoridades de la comunidades La Congona, La Llica, San Felipe y Yanapaccha con ello se hizo la proyección acumulada de C en las plantaciones, las cuales arrojan a los 04 años 2.057,76 t, las de 6 años concentran 4.310,89 tC y las de 12 años 4.864,57 tC haciendo un total de 11.233,23 tC en la fecha de evaluación (Tabla 5)

Las plantaciones no han sufrido podas ni aclareos, se aprecian en su mayoría uniformes en su crecimiento, en algunos casos se aprecian pequeñas zonas donde el tamaño y el grosor del fuste es menor que el resto, esto coincide con Gerding y Schlatter (1995) quienes demostraron que la productividad varía ampliamente dentro de cada

zona climática y tipo de suelo. Sus resultados sugieren que debiera haber una alta probabilidad de incrementar la productividad, desde el punto de vista biológico y económico, en sitios que presentan una productividad inferior al potencial para la clase de sitio en que se encuentran.

4.2. Hongos comestibles

En las plantaciones se observa que los hongos comestibles prosperan muy bien y en forma natural en las plantaciones jóvenes de pinus patula y con altos rendimientos de producción; A los 4 años existe una producción de 1.472,98 kg/ha de hongos frescos equivalente a una población de 36.200,00 unidades por hectárea, lo que en hongos deshidratados equivale a 294,3 kg ha⁻¹, según observaciones realizadas los hongos aparecen en plantaciones de pino a partir de los 03 años de edad. A los 06 años la producción en fresco es de 1.546,22 kg/ha y población se incrementa a 38.000,00 hongos y en forma deshidratada alcanza los 309 kg ha⁻¹ (Ver tabla 06), esto indica que se desarrollan 3.6 y 3.8 hongos por metro cuadrado en un periodo de 4 meses en pinos de edades de 4 y 6 años respectivamente, valor ligeramente superior a lo reportado por García (1999) quien encontró una producción de 1.231,82 kg/ha de hongos frescos en la Zona IV del Cerro Campanario en Porcón Cajamarca.

En plantaciones de 12 años la densidad disminuyó a una producción de 800 individuos por hectárea, es decir que encontramos un hongo en un espacio de 12,5 metros cuadrados en un periodo de cuatro meses; estas plantaciones no han sido intervenidas con prácticas silviculturales, según los propietarios manifiestan que es debido a que se requieren 40 jornales por hectárea, que monetariamente es equivalente a 800 soles, cantidad que los agricultores no poseen. Como consecuencia se observa una escasa o nula penetración de la luz, por la densidad de las ramas, sumado a ello, a partir del quinto año empiezan a caer las acículas y se hace más notorio conforme pasan los años y como resultado, en el suelo existe una capa superior de acículas que no se encuentra descompuesta, más abajo existen otras capas con mayor descomposición conforme se acercan al suelo, esto conduce a que no prospere o se extinga el sotobosque en estas áreas.

Los escasos hongos que prosperan se ubican por las periferias o en lugares donde ha habido un aclareo en forma natural por lo tanto su cosecha ya no genera rentabilidad, los gastos de cosecha son mayores a los ingresos generados por las ventas.

Lo contrario sucede con plantaciones de 04 y 06 años, las ramas pequeñas no han logrado cubrir toda el área y la radiación solar llega a tener contacto con el suelo, en estas encontramos sotobosque con diferentes especies arbustivas y herbáceas, las acículas que están en el suelo se encuentran muy dispersas y no han logrado formar capas y es allí donde prosperan los hongos.

Los hongos son cosechados o recolectados en estado fresco, de allí se realizan una serie de prácticas relacionados con la producción y luego son llevados a los deshidratadores; la relación encontrada entre peso fresco y peso seco es de 5:1, lo cual difiere con lo encontrado por Fernández et al (2012), quien obtuvo un factor preliminar de 7,6:1 para la región de estudio, Chubut - Argentina.

Tabla 6. Sistematización de resultados para determinar hongos comestibles

EDAD (AÑOS)	SUPERFICIE (ha)	Nº HONGOS (ha)	PESO FRESCO (kg ha ⁻¹)	% HUMEDAD	HONGOS DESHIDRATADOS (kg ha ⁻¹)	PROYECCIÓN TOTAL DE HONGOS DESHIDRATADOS (t)
12	50	800	32,55	80,02	6,5	0,3
6	75	38000	1546,22	80,02	309,0	23,2
4	125	36200	1472,98	80,02	294,3	36,8
TOTAL	250					60,3

Fuente: Registro de datos de campo y laboratorio - 2013

El porcentaje de humedad encontrado es del 80% del peso fresco total y el peso promedio de cada individuo es de 40.69 gr al momento de la recolección.

En cuanto al tiempo de vida, desde que aparecen los hongos hasta que se descomponen, pasa un periodo de 12 días, la cosecha se realizó entre el 8° y 9° día, a partir del 10° empieza su descomposición. Esto coincide con Yesquen (2011), quien menciona que en la Región Lambayeque los hongos al comienzo presentan un pie y un velo blanco cremoso que cubre el sombrero, 5 a 10 días después se pierde el velo, el sombrero se extiende, desaparece el líquido espeso y la piel se vuelve marron, en este

momento ya está maduro y tiene de 10 a 12 cm de diámetro. Cuando son cosechados después del décimo día se descomponen al momento de la deshidratación. Esto coincide con García (1999) quien dice que desde el inicio del carpoforo hasta su tiempo óptimo de cosecha pasaban 10 días, antes no alcanza el máximo tamaño, más de 10 días comienzan los poros a madurar teniendo que ser retirados, y a mayor madurez el porcentaje de materia seca es menor.

En la Tabla 6, se aprecia que las 250 hectáreas de plantaciones de 4, 6 y 12 al año 2013 poseen un total de 60,3 t de hongos deshidratados, obteniéndose el mayor volumen de producción por hectárea a los 06 años, y la mayor producción de hongos de las plantaciones en Cutervo se encuentra en las de 04 años por existir mayor área reforestada de esa edad. También se estima que de no realizar acciones de manejo de plantaciones será imposible la prosperidad de los mencionados hongos debido que se requiere de luz para su sobrevivencia, la presencia densa y entrecruzamiento de ramas hacen impenetrable la luz, además de la caída de acículas para formar una densa capa de materia orgánica (la superficial sin descomponer), estas no permiten encontrar el sustrato y las condiciones ideales para la prosperidad de los hongos en las plantaciones de *Pinus patula*.

4.3 Valor económico de los bienes y servicios

Para valorar bienes y servicios, se tuvo en cuenta los egresos e ingresos de los componentes madera, leña, hongos y CO₂ para lo cual se formularon todos los costos a la actualidad realizados por las diferentes actividades, empleo de herramientas, insumos y mano de obra, también se recurrió a los informes de los técnicos de AGRORURAL Cutervo, quienes han participado y participan en las diferentes actividades de reforestación; los costos fueron determinados por hectárea; en las plantaciones sólo se han realizado labores necesarias para la plantación, como es la producción de plantones en viveros, hoyación, plantación propiamente dicha, recalces y podas en algunas áreas; en las áreas de evaluación no se ha logrado terminar con las actividades de manejo como son las podas.

Se realizaron los costos de producción de plántones forestales, todos los árboles son producidos en la misma comunidad y es la misma práctica que utilizan hasta ahora en las nuevas instalaciones forestales, los trabajos que se realizan en la producción toman el tiempo de 1 año. Igual se hace para la plantación propiamente dicha, donde con anterioridad, se realiza el trazado y hoyación, luego en la plantación y recalce, en promedio se emplean 61 jornales ha^{-1} , otra actividad es la poda de plantaciones que requiere de aproximadamente 40 jornales ha^{-1} , con los costos realizados en la poda obtenemos leña, no se han realizado costos para cosecha de madera por que esta será vendida en pie.

Los hongos no requieren costos de instalación; para la recolección los costos, están determinados por la mano de obra ocupada para recolectar una determinada cantidad en un determinado periodo de tiempo, así como las horas hombres que el secado de los mismos requiere, el secado se realiza en plásticos, pisos y mantas, como insumos se emplean bolsas para el envasado, son pocas las personas que se dedican a la recolección de hongos por desconocimiento.

Tabla 7. Costos de producción e ingresos por hectárea de los bienes y servicios de las plantaciones forestales

DESCRIPCIÓN	4 AÑOS	6 AÑOS	12 AÑOS
A. EGRESOS			
Producción de plántones (s/. ha ⁻¹)	483,20	483,20	483,20
Plantación propiamente dicha (s/. ha ⁻¹)	1.909,00	1.909,00	1.909,00
Podas de plantaciones (s/. ha ⁻¹)	1.339,00	1.339,00	1.339,00
Recolección de hongos (s/. ha ⁻¹)	2.534,40	2.930,40	140,30
Total egresos (s/. ha⁻¹)	6.265,6	6.661,6	3.871,40
B. INGRESOS			
1. CO₂			
Cantidad(t ha ⁻¹)	60,37	210,78	356,77
Precio (s/. t ⁻¹)	27,20	27,20	27,0
Total (s/.)	1.641,98	5.733,11	9.704,17
2. Madera			
Cantidad(m ³ ha ⁻¹)	12,40	36,50	109,40
Precio (s/. m ⁻³)	70,00	70,00	70,00
Total (s/.)	864,60	2.551,70	7.660,20
3. Leña			
Cantidad(m ³ ha ⁻¹)	3,40	5,70	16,60
Precio(s/. m ⁻³)	140,00	140,00	140,00
Total (s/.)	472,20	801,40	2324,00
4. Hongos deshidratados			
Cantidad (kg ha ⁻¹)	294,30	309,00	6,50
Precio (s/. kg ⁻¹)	20,00	20,00	20,00
Total (s/.)	5.866,00	6.180,00	130,00
Total ingresos (s/. ha⁻¹)	8.864,80	15.266,10	19.818,40

Fuente: Datos de mercado y evaluación de plantaciones - 2013

Para fijar los ingresos se ha consultado diversas fuentes de acuerdo a cada componente, orientado al mercado destino final del producto, lo mostramos en la Tabla 7.

En la fijación del precio de la madera, fue valorizada en pie y de tipo rolliza, con el fin de homogenizar el volumen maderable, debido que las plantaciones de 4 y 6 años no están aptas para obtener tablas y en las de 12 años no se obtendría tablas de manera reglamentaria, se tuvo en cuenta el mercado en la región de Cajamarca; se visitaron aserraderos y depósitos, la madera de pino aserrada es usada para la construcción de muebles, puertas, ventanas entre otros, la madera rolliza es utilizada en construcción y para viguetas en el techo de viviendas, otro uso es la industria de melamínicos tal es el caso de Granja Porcon en Cajamarca que viene talando sus bosques y vendiendo la materia prima con este objetivo, el precio en pie es de s/. 70,00 m³, con este valor se

obtienen ingresos de s/. 864,60 ha⁻¹ a los 4 años, s/. 2.551,70 ha⁻¹ a los 6 años y a los 12 años se tienen ingresos de s/. 7.660,20 ha⁻¹(ver tabla 7)

En cuanto a leña, se cubicó las ramas y se obtuvo la cantidad en m³, para determinar el precio, se hicieron visitas y consultas a persona que se dedican a comercializar este producto. La forma de comercialización es en cargas, se realizó la transformación a m³ el cual tiene un costo de s/. 140,00. La leña es un negocio muy importante por la tradición que tiene la población de cocer sus alimentos con leña, la mayor parte de la población que vive en Cutervo, viene del campo o vive en la ciudad pero realiza sus actividades de campo, a ellos les resulta costosa la cocción de sus alimentos con otro tipo de combustible. La venta de leña de las plantaciones, se genera a partir del cuarto año, cuando se realiza la primera poda, el valor obtenido es de s/. 472,20 ha⁻¹, a esta edad las ramas son delgadas con un diámetro aproximado de 3,2 cm, a pesar de ello tiene el mismo valor que las ramas de árboles de mayor edad; a los 6 años las ramas poseen un mayor diámetro de 3,9 cm y la producción de leña tienen un valor de s/. 801,40 ha⁻¹, conforme avanza la edad los árboles desarrollan en toda su estructura, de tal manera que a los 12 años los que no han sido podados con anterioridad poseen ramas con diámetros de 4,9 cm que en leña tienen un valor de s/. 2.324,00 ha⁻¹.

En hongos comestibles, para conocer el precio se hicieron consultas telefónicas a la Empresa Bea International ubicada en la ciudad de Chiclayo, quien exporta hongos en sociedad con empresas Chilenas al extranjero, otra fuente es Yesquen (2011) encontrándose precios que varían desde 15 a 50 soles kg⁻¹, para nuestro trabajo hemos tomado el precio de s/. 20 kg⁻¹, por ser más frecuente en la ciudad de Lima. Los hongos prosperan masivamente en plantaciones jóvenes, esto está demostrado en la tabla 7, a los 4 años se tiene una cosecha de 294,30 kg ha⁻¹ año⁻¹ de hongos deshidratados donde el valor por su venta alcanza los s/. 5.866,4, se incrementa la producción a los 6 años donde se cosechan 309,0 kg ha⁻¹ año⁻¹ y se obtiene un valor de ventas de s/. 6.180,00 ha⁻¹, se ve disminuida a los 12 años llegando a producir 6,5 kg ha⁻¹ año⁻¹ de hongos deshidratados, por un ingreso de s/. 130,0 ha⁻¹

Los resultados muestran que en la recolección de los hongos frescos se emplea mano de obra no calificada, esto representa una oportunidad de trabajo en la comunidad, que ayudaría a incrementar los ingresos familiares por un periodo de 04 meses y en algunas

temporadas esta puede llegar hasta los 5 meses que es el periodo de lluvias en la zona. Muchas familias podrían dedicarse a esta actividad y evitar la migración a otras zonas en determinados periodos del año.

Así mismo, encontramos que existe escasa difusión sobre el consumo de hongos comestibles en la Región y en el País, son pocos los agricultores que conocen o han escuchado del comercio de los hongos, siendo poseedores de ciertas extensiones de reforestación con *Pinus patula* y donde prosperan los hongos comestibles. Estudios demuestran que los hongos poseen un alto contenido proteico (13% de proteína), con una mayor difusión sobre su consumo, ayudaría a incrementar el consumo de proteína en la dieta alimenticia de las familias productoras de hongos comestibles y quienes son las que sufren de desnutrición infantil.

Para determinar el precio de CO₂ se ha consultado a diversas fuentes, cada una de ellas difiere en precios en comparación con la otra, para el presente hemos tomado el dato de La CEPAL que estima que hasta el 2010 se negociaron 400 millones de toneladas de CO₂ en el mercado voluntario, que equivaldrían a una cifra entre US\$4.000 millones y US\$5.000 millones, deduciendo se tiene un precio de \$ 10,0 t⁻¹ equivalente a s/. 27,2 de acuerdo al tipo de cambio de Diciembre del 2013; en el mercado de carbono, lo que se negocia es el CO₂, esto condujo a transformar las cantidades de C, donde por cada tonelada de C hay 3,66 t de CO₂. Así se generan ingresos desde s/. 1.641,98, 5.733,11 y 9.704,17 ha⁻¹ a los 4, 6 y 12 años respectivamente. La valorización del CO₂ se estima con fines de demostrar que hay un valor económico, el cual no se está aprovechando por los propietarios dedicados a la reforestación en nuestro país, por carecer de una legislación adecuada a este menester (tabla 7)

En la Tabla 8, se determinó el valor económico proyectado que existe en las 250 ha de *Pinus patula* en el año 2013, para lo cual se proyectaron los egresos e ingresos de acuerdo a los lotes de 4, 6 y 12 años con áreas de 125, 75 y 50 has, donde los egresos alcanzan a los 4 años un valor de s/. 783.197,6 por las actividades realizadas en las 125 ha de cuatro años de edad, del mismo modo las plantaciones de 6 años suman egresos por las acciones llevadas a cabo por un valor de s/. 499.618,5 en un área de 75 ha, 50 has tienen la edad de 12 años y no se han realizado actividades diferentes a las plantaciones de menor edad, las realizadas proyectan gastos de 193.571,5. El total

gastado en las diferentes labores forestales asciende a s/. 1.476.387,6 donde el 73% corresponde a mano de obra no calificada, la cual es proveída por la población local o por los propietarios de las tierras. También se demuestra que la actividad más costosa es la plantación propiamente dicha, esta representa el 39.7% del costo total invertido

Tabla 8. Egresos e ingresos totales

DESCRIPCIÓN	4 AÑOS	6 AÑOS	12 AÑOS	TOTAL
Área (ha)	125,0	75,0	50,0	
PRODUCCIÓN				
CO ₂ (t)	7.545,9	15.808,2	17.838,5	41.192,6
Madera (m ³)	1.543,9	2.733,9	5.471,6	9.749,4
Leña (m ³)	421,6	429,3	830,0	1.680,9
Hongos (t)	36,8	23,2	0,3	60,3
A. EGRESOS				
Producción de plántones (s/.)	60.397,6	36.238,5	24.159,0	120.795,1
Plantación propiamente dicha (s/.)	238.625,0	143.175,0	95.450,0	477.250,0
Podas de plantaciones (s/.)	167.375,0	100.425,0	66.950,0	334.750,0
Recolección de hongos (s/.)	316.800,5	219.780,0	7.012,5	543.592,5
Sub total egresos	783.197,6	499.618,5	193.571,5	1.476.387,6
B. INGRESOS				
CO ₂ (s/.)	205.248,0	429.982,9	485.208,5	1.120.439,4
Madera (s/.)	108.075,3	191.375,1	383.010,3	682.460,7
Leña (s/.)	59.028,9	60.102,2	11.6200,0	235.331,1
Hongos (s/.)	735.750,0	463.500,0	6.500,0	1.205.750,0
Total ingresos	1.108.102,2	1.144.960,1	990.918,8	3.243.981,2
Flujo de caja (B-A)	324.904,7	645.341,6	797.347,3	1.767.593,5

Fuente: Datos de mercado y evaluación de plantaciones - 2013

La venta de los bienes o servicios de las plantaciones genera ingresos a los propietarios, a partir del cuarto año con la venta de hongos se inician los retornos del capital invertido. Los resultados muestran que a los 4 años las 125,0 has de plantaciones concentran en forma proyectada un valor monetario de s/. 1.108.102,2; las plantaciones de 6 años con un área de 75 ha poseen un valor de s/. 1.144.960,1 del mismo modo encontramos 50 ha de plantaciones con edades de 12 años que concentran valores equivalentes a s/. 990.918,8. Los datos muestran que son los hongos comestibles los que generan mayores ingresos en las plantaciones jóvenes de 4 y 6 años, siendo el CO₂ y la madera para las plantaciones de 12 años.

Se determinó que en las plantaciones de 250 ha existe una producción de 41.192,6 t de CO₂; 9.749,4 m³ de madera; 1.680,9 m³ de leña y 60,3 t de hongos deshidratados por un valor económico de s/. 1.767.593,5.

Se aprecia también, que la población tiene mucha esperanza en los ingresos que se alcancen por la venta de la madera, a pesar que ya vienen generando ingresos por la venta de leña, semillas y hongos, y tienen como fin continuar con el proceso de reforestación, para lo cual solicitaran apoyo de las instituciones presentes en la zona. Asimismo poseen escasos conocimientos sobre la venta de servicios ambientales y otros beneficios que se obtienen de las plantaciones forestales

Así mismo, se realizaron proyecciones de rendimientos, egresos e ingresos para plantaciones con un horizonte de vida de 25 años para las 250 has. En este horizonte de tiempo, se obtiene leña en tres oportunidades y es cuando se realizan las podas y una tercera vez es cuando se cosecha la madera; mientras que la cosecha de hongos se realiza a partir del cuarto año hasta los 10 años de allí en adelante se pueden cosechar hongos pero ya no es rentable, es decir 07 cosechas durante este horizonte, donde el periodo de cada cosecha oscila entre 3 a 5 meses por año. En cuanto a la madera esta se cosecha una sola vez a los 20 años de edad, en esta etapa la venta es de madera en pie y lista para obtener tabla, por lo cual el precio para esta proyección según el mercado es de S/. 211.00 m³; similar sucede con los beneficios del CO₂ que son calculados para un determinado periodo y con un determinado valor económico. Ver tabla N° 09.

Tabla 9. Proyecciones para un horizonte de 25 años

DESCRIPCIÓN	AÑOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Área (ha)		50	50	50	50	50	125	125	250	250
Producción										
CO2 (t)						6.778,5	10.538,8	11.755,5	12.972,0	14.188,5
Madera (m3)										
Leña (m3)					168,7		286,2			
Hongos (kg)					14.717,3	15.083,0	15.449,1	12.928,5	29.576,0	27624,5
A. EGRESOS										
Producción de plántones (s/.)	164.000,0									
Plantación propiamente dicha (s/.)	1.050.000,0									
Podas de plantaciones (s/.)					66.950,0		66.950,0			
Recolección de hongos (s/.)					126.716,1	129.864,6	146.457,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9
Total egresos	1.214.000,0				193.666,1	129.864,6	213.407,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9
B. INGRESOS										
CO2 (s/.)						184.375,2	286.655,3	319.749,6	352.838,4	385.927,2
Madera (s/.)										
Leña (s/.)					23.611,6		40.068,1			
Hongos (s/.)					294.346,3	301.660,0	308.982,3	258.570,0	591.519,5	552.490,0
Total ingresos					317.957,9	486.035,2	635.705,7	578.319,6	944.357,9	938.417,2
Flujo de caja (B-A)	-1.214.000,0				124.291,8	356.170,6	422.298,1	467.005,2	717.758,8	722.520,3

Tabla 9. Proyecciones para un horizonte de 25 años

DESCRIPCIÓN	AÑOS								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Área (ha)	125	125	250	250	250	250	250	250	250
Producción									
CO2 (t)	15.405,5	26.789,8	33.646,7	53.634,6	66.076,6	72.159,7	77.476,4	82.792,4	88.109,8
Madera (m3)									
Leña (m3)	253,0		850,9		715,5				
Hongos (kg)	28.173,7	19.392,8	48.043,3	45.207,5	46.122,8	32.321,3	18.750,0	12.500,0	12.500,0
A. EGRESOS									
Producción de plántones (s/.)									
Plantación propiamente dicha (s/.)									
Poda de plantaciones (s/.)	100.425,0		267.800,0		167.375,0				
Recolección de hongos (s/.)	240.786,4	166.971,6	371.577,8	356.311,6	397.794,1	278.286,0	91.312,5	52.750,0	52.750,0
Total egresos	341.211,4	166.971,6	639.377,8	356.311,6	565.169,1	278.286,0	91.312,5	52.750,0	52.750,0
B. INGRESOS									
CO2 (s/.)	419.029,6	728.681,2	915.191,4	1.458.861,0	1.797.284,5	1.962.743,7	2.107.359,3	2.251.954,5	2.396.585,7
Madera (s/.)									
Leña (s/.)	35.417,4		119.131,1		100.170,3				
Hongos (s/.)	563.473,5	387.855,0	960.865,9	90.4150,0	922.455,9	646.425,0	375.000,0	250.000,0	250.000,0
Total ingresos	1.017.920,5	1.116.536,2	1.995.188,4	2.363.011,0	2.819.910,6	2.609.168,7	2.482.359,3	2.501.954,5	2.646.585,7
Flujo de caja (B-A)	676.709,0	949.564,6	1.355.810,6	2.006.699,5	2.254.741,6	2.330.882,7	2.391.046,8	2.449.204,5	2.593.835,7

Tabla 9. Proyecciones para un horizonte de 25 años

DESCRIPCIÓN	AÑOS							ACUMULADO
	19	20	21	22	23	24	25	
Área (ha)	250	250	250	250	250	250	250	
Producción								
CO2 (t)	93.425,8	98.742,0	104.058,2	108.224,6	112.391,0	114.641,0	116.891,0	116.891,0
Madera (m3)		11.000,00		17.325,00			33.000,0	61.325,0
Leña (m3)		1.000,00		1.500,00			2.500,0	7.274,3
Hongos (kg)								378.389,7
A. EGRESOS								
Producción de plantones (s/.)								164.000,0
Plantación propiamente dicha (s/.)								1.050.000,0
Podas de plantaciones (s/.)		75.000,0		112.500,0			187.500,0	1.044.500,0
Recolección de hongos (s/.)								2.965.388,7
Total egresos		75.000,0		112.500,0			187.500,0	5.223.888,7
B. INGRESOS								
CO2 (s/.)	2.541.182,8	2.685.783,3	2.830.383,8	2.943.709,1	3.057.034,4	3.118.234,4	3.179.434,4	3.179.434,4
Madera (s/.)		2.321.000,0		3.655.575,0			6.963.000,0	12.939.575,0
Leña (s/.)		140.000,0		210.000,0			350.000,0	1.018.398,4
Hongos (s/.)								7.567.793,5
Total ingresos	2.541.182,8	5.146.783,3	2.830.383,8	6.809.284,1	3.057.034,4	3.118.234,4	10.492.434,4	24.705.201,2
Flujo de caja (B-A)	2.541.182,8	5.007.183,3	2.830.383,8	6.696.784,1	3.057.034,4	3.118.234,4	10.304.934,4	19.481.312,5

En la tabla 09 se aprecia que el monto total invertido en las 250 has asciende a S/. 1.214.000,00 de acuerdo a la cantidad de áreas instaladas, esto equivale a una inversión de S/. 4.856,00 ha⁻¹, también se observa que instaladas las plantaciones y durante los años 1, 2 y 3 no se realizan ninguna actividad extractiva por encontrarse en sus primeros estadios de desarrollo o en formación, llegado el cuarto año se inicia la recolección de hongos en los periodos de lluvia y se mantiene la cosecha en las mismas épocas anuales hasta el décimo año, donde la producción de esta especie disminuye notablemente hasta no ser rentable por falta de condiciones climáticas y edáficas que impiden su crecimiento; también en el año cuarto se realiza la primera poda de formación de los árboles ejecutándose en épocas de verano para evitar algunas pudriciones al fuste causadas por hongos que pueden repercutir en la calidad de la madera, producto de las podas se obtiene la leña que al ser vendida sumado a la venta de hongos comestibles se inician los primeros retornos del capital invertido, de la misma manera la segunda poda lo realizan en el sexto año;

A partir del quinto año se incluye la valorización del CO2 cuando las plantaciones se encuentran establecidas, a medida que avanzan en edad se desarrollan e incrementan el C en su estructura. En lo que se refiere a madera esta se cosecha una solo vez y es a los 20 años en promedio cuando los árboles están listos para obtener madera para tablas; de los beneficios totales alcanzados el 61% proviene de la venta de madera, el 23% proviene de la venta de hongos, el 15% del CO2 y el 1% de la venta de leña.

Para precisar la valoración de los bienes y servicios en su conjunto se evaluaron los indicadores económicos de VAN, TIR y B/C, en tres escenarios distintos como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Indicadores económicos en diferentes escenarios

Escenarios de Valoración	Tasa de descuento	indicadores económicos		
		VAN	TIR	B/C
Potencial total (Madera, leña, hongos y CO2)	18,0%	2.078.795,69	27,55%	2,09
Solo bienes (Madera, leña y hongos)	18,0%	7.035,78	18,06%	1,00
Solo servicios (CO2)	18,0%	1.044.091,61	23,40%	1,86

Fuente: Resultados de la evaluación económica - 2013

En la tabla 10, en el primer escenario de bienes y servicios se evaluaron juntamente los 04 productos hongos comestibles, madera, leña y CO2, con una Tasa de descuento

de 18% la intención fue conocer el potencial económico total de las 250 hectáreas, donde se realizó una inversión de S/. 1.214.000,00 y se tiene un VAN de S/. 2.078.795,69 en el año 25, la TIR es de 27.55% se aprecia significativo porque demuestra por un lado que es superior a cualquier tasa de interés comercial y por otro lado que los productos evaluados generan altos ingresos y bajos egresos, esto es complementado por la relación beneficio costo que es de 2.09.

En el escenario de solo bienes como madera, leña y hongos comestibles, la tasa de descuento al 18% convierte al VAN en s/. 7.035,78 en el año 25 y con la misma inversión mencionada en el párrafo anterior, el valor de la TIR es de 18.06, la disminución de la TIR con relación al primer escenario se debe a que estas actividades requieren de mucha mano de obra en la cosecha, lo cual conduce a incrementar los egresos en poda de plantaciones y recolección de hongos y es corroborado por la relación beneficio costo de 1.0 que significa que se está recuperando solo el capital

En el tercer escenario donde se supone que las plantaciones sólo son aptas para brindar servicios a la sociedad, presentan un VAN de s/. 1.044.091,61 y una TIR de 23.4%; la rentabilidad en este escenario es significativa debido que los egresos solo están dirigidos a la producción de plántones y la instalación propiamente dicha de las plantaciones, aquí no hay labores de manejo de plantaciones ni inversión en cosecha, por ello la R/C es de 1,86 a una tasa de descuento del 18%

Los beneficios alcanzados por hectárea al año en el primer escenario son de s/. 3.117,0 en el segundo escenario es de s/. 2.608,3 y para el tercer escenario dedicados solo a servicios es de s/ 314,5 por año

En conclusión si la legislación para venta de servicios como el CO2 prohibiera el manejo del bosque y la extracción de los bienes que allí se producen, este seguiría siendo rentable y así los propietarios de las parcelas podrían reforestar muchas áreas que no son aptas para la agricultura.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las plantaciones de *Pinus patula* resultan ser grandes sumideros de C, a los 4 años capturan 16,46 t ha⁻¹ año⁻¹, a los 6 años 57,48 t ha⁻¹ año⁻¹ y a los 12 años 97,29 t ha⁻¹ año⁻¹, de esta manera y de acuerdo a la cantidad de hectáreas por edades a los 4 años concentran 2.057,76 tC, a los 6 años 4.310,89 tC y a los 12 años 4.864,76 tC. A mayor edad, mayor desarrollo de su estructura y mayor fijación de C; estos transformados a CO₂ equivalen, en plantaciones de 4 años a 7.545,90 t^e CO₂, en las de 6 años a 15.808,20 t^eCO₂ y en las de 12 años a 17.838,50t^e CO₂. De los 6 años en adelante es el fuste donde se concentran las mayores cantidades de C, a los 12 años concentra el 52% del total.

Los hongos en plantaciones jóvenes resultan ser un complemento a la producción de madera, leña, captura de CO₂ u otro objetivo de producción de las plantaciones instaladas, la producción encontrada es de 1.263,9 kg ha⁻¹ y 1.324,4 kg ha⁻¹ de hongos frescos a los 4 y 6 años de edad respectivamente, lo que equivale a hongos deshidratados a 294,3 kg ha⁻¹ y 309 kg ha⁻¹. En tal sentido debe realizarse una mayor promoción sobre el consumo, los mercados y la comercialización de hongos.

La valoración económica de las 250 hectáreas de plantaciones forestales en la actualidad es de s/. 1.767.593,5; por los bienes y servicios con producciones de 41.192,6 t^e CO₂, 9.749,4 m³ de madera, 1.680,9 m³ de leña y 60,3 t^e de hongos deshidratados.

La valoración económica en tres escenarios distintos (Valoración del potencial total, valoración de sólo bienes y valoración de sólo servicios) de las plantaciones de *Pinus patula* para un horizonte proyectado de 25 años, demuestran que los tres poseen una rentabilidad significativa para el inversionista de acuerdo a los indicadores económicos, en el escenario de potencial total el VAN es de 2.078.795,69, la TIR es de 27,55% y el B/C de 2,09; para el escenario de solo bienes el VAN es de 7.035,78, la TIR de 18,06%

y el B/C de 1,00; y para el escenario de solo servicios el VAN es de 1.044.091,61, la TIR de 23,4% y la relación B/C de 1,86.

Recomendaciones

La captura de CO₂ ayuda a purificar el medio ambiente, por ello las autoridades deben orientar recursos para proyectos de reforestación que sirvan como sumideros de carbono.

El manejo adecuado de las plantaciones forestales, conduce a incrementar la calidad de los bienes y servicios al momento de la cosecha, por ello estas labores son de carácter indispensable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, J; Arévalo, L; Ricse, A; Callo-Concha, D; Palm, C. 2002. Secuestro de Carbono con sistemas alternativos en el Perú. IV Congreso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais IV, Ilhéus, Bahia. Brasil (en línea). Consultado 20 nov. 2013. Disponible en <http://revistas.concytec.gob.pe/pdf/as/v4n1/a11v4n1.pdf>

Acuña, O. 2006. Reseña de “El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. Un reto en el ámbito internacional” *Ra Ximhai*, 2 (003) 877-885.

Alvarado, B. 2005. Contribución a la gestión integral de cuencas mediante la reacción de esquemas para el pago por el servicio ambiental (mantenimiento del recurso hídrico) a través del manejo o conservación de cobertura vegetal de las cuencas altas de los valles de la costa peruana. (En línea). Lima Perú. Consultado 24 ago 2013. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/tierra/pdf/alvarado.pdf>

ASEMFO (Asociación Nacional de empresas forestales) 2006. Guía para el uso y aprovechamiento de la biomasa en el sector forestal (en línea). Consultado 27 ago. 2012. Disponible en <http://www.grupnaciigital.com/.../diariforestal/.../07.../guiabiomassa.pdf>

Barzev, R. 2002. Valoración económica integral de los bienes y servicios ambientales de la reserva del hombre y la biosfera del Río Plátano. Proyecto Manejo Reserva del Hombre y la Biosfera de Río Plátano (en línea). Honduras. Consultado 28 nov. 2013. Disponible http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev58/rna_58Art_2pag17-24.pdf

Bonfil, H. y Madrid, L. (2006). El pago de servicios ambientales en la cuenca de Amanalco – Valle de Bravo. *Gaceta ecológica* no.80: 63 79

Cabrera, T. 2000. La diversidad y desigualdad de los impactos del cambio climático en la relación población y medio ambiente en el Caribe. Consultado 30 nov. 2013. Disponible

https://www.google.com.pe/?gfe_rd=cr&ei=qOUIVIZME5OAqQWgoYDYDg&gws_rd=ssl#q=La+diversidad+y+desigualdad+de+los+impactos+del+cambio+clim%C3%

Calderon, S; Gayoso, J; Guerra, J; Schlegel, B. 2002. Inventarios Forestales para

Contabilidad de Carbono. Manual de Procedimientos (en línea). Chile. Consultado 24 nov. 2013. Disponible en

http://www.uach.cl/procarbono/pdf/manuales/guia_inventario.PDF

Campos, et al. 2007. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios de ecosistemas forestales. [en línea]. Alicante España. consultado 29 de ago 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=54016310> ISSN

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) 2008. Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras (en línea). Turrialba, CR. Consultado 30 ago 2012. Disponible en <http://www.orton.catie.ac.cr/repdoc/A3018e/A3018e.pdf>

Congreso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais IV, 2002, Ilhéus – Bahia. 2002 Secuestramiento de Carbono con sistemas alternativos en el Perú. Alegre, J; Arévalo, L; Ricse, A; Callo-Concha, D; Palm, C. Lima Perú.

ERA (estudios rurales y asesoría) 2005. Conceptos básicos y técnicas para la caracterizar sitios forestales susceptibles al pago de servicios ambientales (en línea). Consultado 27 ago 2012. Disponible en <http://www.politica.era-mx.org/PSAHAnx20.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2000. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Consultado 14 ene. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y1997s/y1997s00.HTM>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2005. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Consultado 25 ago. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/foris/data/fra2005/kf/common/GlobalForestA4-SPsmall.pdf>

Fernández, MV; Barroetaveña, C; Bassani, V; Ríos, F. 2012. Rentabilidad del aprovechamiento del hongo comestible *Suillus luteus* para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. *Bosque* 33(1): 43-52

FONDEF-UACH (Fondo de fomento al desarrollo científico y tecnológico – Universidad Austral de Chile) 2001. Hongos comestibles en Chile – Proyecto Fondef D05I10196 (en línea) Consultado 26 ago. 2012. Disponible en <http://www.ciencias.uach.cl/proyectos/hongos/i+d/index.php>

FONDEF CHILE (Proyecto Fondo de fomento Chile) 2000. Actas del seminario "El Mercado del Carbono: Realidad y Perspectivas" (en línea) consultado el 29 sep. 2013. Disponible en http://www.capturacarbono.co.cl/fondef_5.htm

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2003. III Foro Regional: Sistemas de pago por servicios ambientales en Cuencas Hidrográficas. (03, 2003, Arequipa Arequipa). 2003. Experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas en Costa Rica. Jiménez, F; Campos, JJ; Alpizar, F; Navarro, G. Costa Rica. 88p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2003. III Foro Regional: Sistemas de pago por servicios ambientales en Cuencas Hidrográficas. (03, 2003, Arequipa Arequipa). 2003. Contribución a la gestión integral de las cuencas de los valles de la Costa de Perú mediante la creación de mercados para los bienes y servicios ambientales de los recursos hídricos provenientes de las tierras de protección con cobertura vegetal de las cabeceras de dichos valles. Alvarado, C. 88p.

García Roca, M. 1999. Evaluación de la producción natural de hongos comestibles en el predio granja Porcon con énfasis en la especie *Suillus luteus* en plantaciones de *Pinus patula*. Tesis Lic. Ing. Forestal. Cajamarca Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 110 p.

Gentes, I. 2006. Valoración de servicios ambientales y políticas públicas en comunidades indígenas y campesinas en los países andinos. Metodologías y estrategias para un diálogo nacional. *Revista de Geografía Norte Grande*, no.35:29-44

Gerding, V; Schlatter, JE. 1995. Variables y factores del sitio de importancia para la productividad de *Pinus radiata*. *Bosque* (16)2: 39-56.

Gómez, H. 1996. El reto del hombre nuevo: cuidar el planeta como nuestro verdadero hogar. *Crónica forestal y del medio ambiente*. 11(1)

Gis Iberica. 2001. Reglas para determinar el volumen de madera aserrada que un tronco puede producir. (en línea). Consultado 27 ago. 2012. Disponible en [www.infomadera.net/.../archivo_826_16709.pdf?](http://www.infomadera.net/.../archivo_826_16709.pdf)

ICRAF (Centro Internacional de Investigaciones Agroforestales). 1996. Investigación Agroforestal para Desarrollar Sistemas Ecológicamente sostenibles en la Amazonía Occidental. Reporte Final Enero 1994 a Diciembre 1995: Banco Interamericano de Desarrollo-International Centre for Research in Agroforestry IDB/ICRAF ATN/SF 4375-R6 ICRAF, Lima, Perú

ICRAF(Centro Internacional de Investigaciones Agroforestales).1998. Respuesta a nuevas demandas tecnológicas, fortalecimiento de la investigación en agroindustria y en el manejo de recursos naturales. Reporte final Enero 1996 a Junio 1998. Banco Interamericano de Desarrollo- Internacional Centre for Research in Agroforestry.

ICRAF(Centro Internacional de Investigaciones Agroforestales). 2005. Plantaciones forestales de pequeña escala: el caso de bolaina blanca (*Guazuma crinita*) en la Amazonía peruana. (en línea). Lima Perú. Consultado 15 dic. Disponible en http://www.icraf-peru.org/users/lewistel_news/news.php?newsid=15

INISEFOR (Instituto de investigación y servicios forestales). 2007. Captura de carbono, diversidad y rentabilidad financiera en restauraciones activas y pasivas de bosque húmedo tropical en Costa Rica (en línea). Consultado 27 ago 2009. Disponible en http://www.una.ac.cr/inisefor/index.php?option=com_remository&Itemid=0&func=filinfo&id=72

INRENA. 2001. Ley forestal y de Fauna Silvestre. (en línea). Lima Perú. Consultado 10 dic 2012. Disponible en <http://www.cedaf.org.do/eventos/forestal/Legislacion/LeyesLatina/Peru.pdf>

INRENA. 2007. Bases para la promoción de las plantaciones en el Perú. (en línea). Lima Perú. Consultado 28 dic 2013. Disponible en http://www.inrena.gob.pe/comunicaciones/info_oficial.htm

IUFRO(Institute of Silviculture of the University of Freiburg), 2006. Congreso internacional de bosque cultivado: Fórum científico bienes y servicios ambientales que provén los bosques cultivados. (en línea). Bilbao, ESP. Consultado 14 ene. 2012. Disponible en <http://www.waldbau.uni-freiburg.de/bilbao.html>

Lapeyre, T; Alegre, J; Arévalo, L. 2004. Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Ecología. Aplicada* 3(1-2): 35-44.

Lattera, P; Jobbagy, EG; Paruelo, JM. 2007. Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. (en línea). Buenos Aires Argentina. Consultado 25 feb. 2014 Disponible en <http://www.iai.int/files/LatteraJobbagyParueloValorEcosyst.pdf>.

López, F. 2002. Geografía física y conservación de la naturaleza. *Papeles de la geografía*.36:133-146

Machin, MM y Casas, M. 2006. Valoración económica de los recursos naturales. Perspectivas a través de los diferentes enfoques de mercado. *Futuros*. 4(13):2-6. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en http://www.revistafuturos.info/futuros13/economia_ambiental.htm

Mariaca, MR; Silva, PL; Castaños, MC; 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*. 8(01):30-40. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10402004>

Martinez, R. 2005. Reseña de “Silvicultura de plantaciones forestales comerciales” *Ra Ximhai*, 1 (002) 421-425.

Martínez de Anguita, P. 2004. Economía ambiental y ordenación del territorio. *Ecosistemas*, 13(01): 87-93. Consultado 25 feb. 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=54013111>

Mendo, MH y Mostacero, J. (2008). Valoración económica de los bienes y servicios ambientales del bosque Granja Porcon – Cajamarca, Perú. *Fiat Lux* 4(01):73-84.

Muñoz, JC; Cancino, J; Espinosa, M; 2005. Análisis de biomasa del vuelo de un rodal adulto de *Pinus radiata*. *Bosque* 26(3): 33-44

Ordoñez, R. Silva, L. Castaños CA. 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el valle de Toluca, Mexico (en línea). Toluca, México. Consultado 28 ago. 2012. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=10402004>

Ordoñez, JA. Masera, O. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático (en línea). Xalapa, México. Consultado 26 ago. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp>

Pagiola, S. y Platais, G. 2005. Pagos por Servicios Ambientales. (En línea). San José Insurgentes México. Revista electrónica de la comisión nacional forestal. 25 abr. 2010. Formato ASCII. www.imacmexico.org.

Pausas, J. 2007. Los creadores del clima. *Ecosistemas* 16 (003): 180-186

Pearce, D.W, y Turner, R.K. (1990). Economía de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente. (en línea). Londres, Reino Unido. Consultado 20 may. 2014. Disponible en <http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/ine-ecov-pc-01-2011.pdf>

Pearce, D. 1993. Valores de la economía y el mundo natural. Earthscan, Londres, Reino Unido. Londres, Reino Unido. Consultado 20 may. 2014. Disponible en <http://www.ecologiasocial.com/publicacionesclaes/GudynasCapitalNaturalVz00.pdf>

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo) 2008. Crisis climáticas: Riesgos y vulnerabilidad en un mundo desigual. Informe sobre desarrollo humano 2007-2008: 103-105

PROCLIM – INRENA (Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire – Instituto Nacional de Manejo de Recursos Naturales). (IM-03-05,2005, Lima, Perú). 2005. Inventario de necesidades y propuesta para la implementación de un sistema de

inventarios sostenible en el sector. Sector agricultura y cambio de uso de la tierra y silvicultura. Lima, Perú. 2005. 15 p.

Pugnaire, F. 2006. La crisis global de la biodiversidad. *Ecosistemas* 15 (002): 1-2

Ruiz M; Garcia F; Sayer, J. 2007. Los servicios ambientales de los bosques. *Ecosistemas* 16(3):80-89

Schlegel, B. 2001. Estimación de la biomasa y carbono en bosques del Tipo forestal siempreverde (en línea). Valdivia - Chile. Consultado 27 ago 2012. Disponible en www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/45_schlegel.PDF

Schoelzke, D. 2003. Revista de Ciencias Forestales. La poda en una plantación de *Pinus elliottii* (en línea) Universidad Nacional de Santiago del Estero Argentina. Consultado 24 nov. 2013. Disponible en, <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48101003>

Torres, G. 2006. El pago de los servicios ambientales y las comunidades indígenas. *Ra Ximhai*, 2 (001) 187-207.

Ventura, O. 2003. Sistemas de servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Foro Regional. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe. Arequipa – Perú

Yañez S, A. 2004. La Captura de carbono en Bosques: ¿Una herramienta para la gestión ambiental?. *Gaceta Ecológica*. no. 70:5-18

Yesquen, P. 2011. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Potencial exportador del hongo comestible en la región Lambayeque. Seminario del potencial exportador de Lambayeque (en línea). Lambayeque - Perú. Consultado 24 nov 2013. Disponible en <http://www.slideshare.net/rojascorporation/final-hongos>

Anexo 1. Costos de producción de un vivero de 10.000 plántones

RUBRO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNIT (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
COSTO DIRECTO				2978.00
BIENES DE CONSUMO				823.00
Semillas	kg	1	180	180.00
Bolsas de 4x7	miles	10	14	140.00
Sustrato	m3	6	35	210.00
Micorriza (inóculos)	kg	0.5	120	60.00
Fungicidas	kg	0.3	60	18.00
Reconstrucción de tinglado (*)	varios	1	150	150.00
Manguera	m	30	2	60.00
Cordel	m	50	0.1	5.00
EQUIPOS Y MAT. DURADEROS				555.00
Zapapico	unidad	2	35	70.00
Pala cuchara	unidad	2	35	70.00
Pala Forestal	unidad	1	50	50.00
Machete	unidad	1	15	15.00
Tijera de podar	unidad	1	40	40.00
Rastrillo (16 dientes)	unidad	1	20	20.00
Zaranda (1/4")	m2	1.25	120	150.00
Regadera (10 lt)	unidad	2	40	80.00
Balde (10 lt)	unidad	2	10	20.00
Lima plana	unidad	1	15	15.00
Wincha (5m)	unidad	1	25	25.00
OTROS SERVICIOS DE TERCEROS				
Mano de obra campesina	Jornal	80	20	1,600.00
Otros				297.80
Imprevistos				297.80
COSTO TOTAL (S/.)				3,275.80
COSTO DEL PLANTÓN PRODUCIDO (S/.)				0.33

Anexo 2: Costos de producción de 10 ha de plantación

RUBRO	UNIDAD MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (s/.)	COSTO TOTAL (s/.)
COSTO DIRECTO				17,360.00
BIENES DE CONSUMO				465.00
Cordel (3 hebras) de 100 m c/u	unidad	3	20	60.00
Jabas para transporte	unidad	40	6	240.00
Pesticidas	Kg	0.5	180	90.00
Yeso	bolsa	5	5	25.00
Estacas de eucalipto (30 cm x 2" diám)	unidad	50	1	50.00
EQUIPOS Y MAT. DURADEROS				1,645.00
Barreta cilíndrica (1 1/4" x 1.6 m	unidad	10	70	700.00
Zapapico con mango	unidad	5	35	175.00
Pala recta	unidad	5	70	350.00
Machete	unidad	5	15	75.00
Cuchillo	unidad	15	15	225.00
Wincha 50 m.	unidad	1	120	120.00
OTROS SERVICIOS DE TERCEROS				15,250.00
Hoyación	jornal	430	25	10,750.00
Traslado de plantones	jornal	70	25	1,750.00
Plantación definitiva	jornal	60	25	1,500.00
Recalce	jornal	50	25	1,250.00
GASTOS GENERALES				1,736.00
Imprevistos				1,736.00
COSTO TOTAL (S/.)				19,096.00
COSTO POR HECTÁREA INSTALADA				1,909.00

Anexo 3: Costos de producción de 10 ha de podas

RUBRO	MEDIDA	CANTID	COSTO	COSTO TOTAL
COSTO DIRECTO				12,180.00
MATERIALES DE CONSUMO				435.00
Guantes de cuero	par	2	15	30.00
Casco protector	casco	2	35	70.00
Cicatrizante (Panzil)	Lt	1	80	80.00
Pintura fosforescente	gl	1	60	60.00
Pesticidas	Lt	1	180	180.00
Otros (Waipe, aceite 3 en1, etc)	varios	1	15	15.00
HERRAMIENTAS				1,745.00
Tijera pico loro	unidad	1	120	120.00
Serrucho curvo c/ mango	unidad	5	60	300.00
Sierra triangular 21"	unidad	3	40	120.00
Pértiga telescópica	unidad	2	110	220.00
Tijera telescópica	unidad	1	135	135.00
Serrucho telescópico	unidad	1	45	45.00
Hacha 7 lb	unidad	1	65	65.00
Trozadora de 1.80 m	unidad	1	160	160.00
Lima triangular	unidad	2	20	40.00
Destornillador estrella	unidad	4	25	100.00
Tijera corta setos hoja recta	unidad	1	120	120.00
Machete	unidad	1	15	15.00
Piedra de asentar	unidad	3	25	75.00
Cable de tumbado de 50 m	unidad	1	100	100.00
Cuña plástica	unidad	2	25	50.00
Gancho de levantar	unidad	1	25	25.00
Gancho de arrastre	unidad	1	25	25.00
Varilla milimetrada	unidad	3	10	30.00
OTROS SERVICIOS DE TERCEROS				10,000.00
Mano de obra campesina	jornal	400	25	10,000.00
GASTOS GENERALES				1,218.00
Imprevistos				1,218.00
COSTO TOTAL (S/.)				13,398.00
COSTO POR HECTÁREA INSTALADA				1,339.00

Anexo 4: Costo de recolección de 01 ha de hongos comestibles

RUBRO	MEDIDA	CANTIDAD	COSTO	COSTO
A. En plantaciones de 04, 05 y 07 años				2.534,40
INSUMOS				154,00
Plástico	Metro	20	4	80,00
Bolsas	Ciento	2	12	24,00
Jabas	Unidad	2	15	30,00
Saquetes de polietileno	Global	10	2	20,00
SERVICIOS				2.150,00
Recolección de hongos	Jornal	60	25	1.500,00
Secado de hongos	Jornal	20	25	50,00
Transporte de hongos	Flete	1	150	150,00
OTROS				230,40
Imprevistos				230,40
B. En plantaciones de 06 años				2.930,40
INSUMOS				214,00
Plástico	Metro	25	4	100,00
Bolsas	Ciento	2	12	24,00
Jabas	Unidad	2	15	30,00
Saquetas de polietileno	Global	30	2	60,00
SERVICIOS				2.450,00
Recolección de hongos	Jornal	65	25	1.625,00
Secado de hongos	Jornal	25	25	625,00
Transporte de hongos	Flete	1	200	200,00
OTROS				266,40
Imprevistos				266,40
C. En plantaciones de 08 años				1.505,90
INSUMOS				194,00
Plástico	Metro	25	4	100,00
Bolsas	Ciento	2	12	24,00
Jabas	Unidad	2	15	30,00
Saquetas de polietileno	Global	20	2	40,00
SERVICIOS				1.175,00
Recolección de hongos	Jornal	30	25	750,00
Secado de hongos	Jornal	9	25	225,00
Transporte de hongos	Flete	1	200	200,00
OTROS				136,90
Imprevistos				136,90
C. En plantaciones de 08 años				1.296,90
INSUMOS				194,00
Plástico	Metro	25	4	100,00
Bolsas	Ciento	2	12	24,00
Jabas	Unidad	2	15	30,00
Saquetas de polietileno	Global	20	2	40,00
SERVICIOS				985,00
Recolección de hongos	Jornal	25	25	625,00
Secado de hongos	Jornal	7	25	175,00
Transporte de hongos	Flete	1	185	185,00
OTROS				117,90

Imprevistos				117,90
C. En plantaciones de 12 años				140,25
INSUMOS				32,00
Plástico	Metro	4	4	16,00
Bolsas	Ciento	0.5	12	6,00
Otros	Global	1	10	10,00
SERVICIOS				95,50
Recolección de hongos	Jornal	3	25	75,00
Secado de hongos	Jornal	0.5	25	12,50
Transporte de hongos	Flete	0.5	16	8,00
OTROS				12,75
Imprevistos				12,75

Anexo 5: Determinación de biomasa y carbono

EDAD (años)	DAP (cm)	ÁREA (ha)	DESCRIPCIÓN	PESO DE FUSTE	PESO DE RAMAS	PESO DE HOJAS VERDES	PESO DE HOJAS SECAS	CONOS	TOTAL	PROYECCIÓN TOTAL (t)	
12	18.80	50.00	Peso Fresco (Kg árbol ⁻¹)	121.58	69.58	46.85	5.66	4.83	248.51	15929.45	
			Materia seca (%)	0.52	0.46	0.48	0.48	0.48			
			N° Plantas ha ⁻¹	1282	1282	1282	1282	1282			
			Biomasa (t ha ⁻¹)	80.87	41.30	28.91	3.49	2.98	157.55	7877.66	
			C (%)	0.5214	0.5244	0.4876	0.4876	0.4876			
			C en biomasa aérea (t ha ⁻¹)	42.16	21.66	14.10	1.70	1.45	81.08	4053.81	
			C en raíces (20%)						16.22	810.76	
			C total (t ha ⁻¹)						97.29	4864.57	
6	11.46	75.00	Peso Fresco (Kg árbol ⁻¹)	65.67	46.00	32.33	1.38	0.00	145.38	13978.61	
			Materia seca (%)	0.52	0.46	0.48	0.48	0.48			
			N° Plantas ha ⁻¹	1282	1282	1282	1282	1282			
			Biomasa (t ha ⁻¹)	44.29	27.69	20.23	0.87	0.00	93.07	6980.55	
			C (%)	0.5214	0.5244	0.4876	0.4876	0.4876			
			C en biomasa aérea (t ha ⁻¹)	23.09	14.52	9.86	0.42	0.00	47.90	3592.41	
			C en raíces (20%)						9.58	718.48	
			C total (t ha ⁻¹)						57.48	4310.89	
4	5.82	125.00	Peso Fresco (Kg árbol ⁻¹)	14.99	18.75	8.93	0.00	0.00	42.66	6836.27	
			Materia seca (%)	0.52	0.46	0.48	0.48	0.48			
			N° Plantas ha ⁻¹	1282	1282	1282	1282	1282			
			Biomasa (t ha ⁻¹)	9.97	11.13	5.51	0.00	0.00	26.60	3325.46	
			C (%)	0.5214	0.5244	0.4876	0.4876	0.4876			
			C en biomasa aérea (t ha ⁻¹)	5.20	5.84	2.69	0.00	0.00	13.72	1714.80	
			C en raíces (20%)						2.74	342.96	
			C total (t ha ⁻¹)						16.46	2057.76	

Anexo 6: Determinación de madera

EDAD (AÑOS)	Nº ÁRBOLES	DAP X	Altura (X)	ESPEJOR DE CORTEZA (cm)	VOLUMEN DE MADERA/ÁRBOL (m ³)	VOLUMEN DE MADERA/HECTÁREA (m ³)
12	81	18.80	11.25	0.45	0.085360	109.43
6	213	11.46	6.61	0.45	0.028204	36.45
4	165	5.82	3.90	0.40	0.009501	12.35

Anexo 7: Determinación de leña

EDAD (AÑOS)	Nº ÁRBOLES/PARCELA	DIÁMETRO RAMA (CM)	LARGO RAMA (M)	Nº RAMAS/ÁRBOL	VOLUMEN/ÁRBOL (m ³)	VOLUMEN/HECTÁREA (m ³)
12	81	0.0460	3.1	8.0	0.04194	19.70
6	213	0.0388	2.0	4.8	0.01198	5.72
4	165	0.0320	1.9	4.5	0.00685	3.37

Anexo 8: Escenario 1, valoración total de los bienes y servicios

DESCRIPCIÓN	AÑOS																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Area (ha)	0	50	50	50	50	50	125	125	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Producción																	
CO ₂						6.778,5	10.538,8	11.755,5	12.972,0	14.188,5	15.405,5	26.789,8	33.646,7	53.634,6	66.076,6	72.159,7	77.476,4
Madera																	
Leña					168,7		286,2				253,0		850,9		715,5		
Hongos					14.717,3	15.083,0	15.449,1	12.928,5	29.576,0	27.624,5	28.173,7	19.392,8	48.043,3	45.207,5	46.122,8	32.321,3	18.750,0
A. EGRESOS																	
Producción de plantones	164.000,0																
Plantación propiamente dicha	1.050.000,0																
Podas de plantaciones					66.950,0		66.950,0				100.425,0		267.800,0		167.375,0		
Recolección de hongos					126.716,1	129.864,6	146.457,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9	240.786,4	166.971,6	371.577,8	356.311,6	397.794,1	278.286,0	91.312,5
Total egresos	1.214.000,0				193.666,1	129.864,6	213.407,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9	341.211,4	166.971,6	639.377,8	356.311,6	565.169,1	278.286,0	91.312,5
B. INGRESOS																	
CO ₂						184.375,2	286.655,3	319.749,6	352.838,4	385.927,2	419.029,6	728.681,2	915.191,4	1.458.861,0	1.797.284,5	1.962.743,7	2.107.359,3
Madera																	
Leña					23.611,6		40.068,1				35.417,4		119.131,1		100.170,3		
Hongos					294.346,3	301.660,0	308.982,3	258.570,0	591.519,5	552.490,0	563.473,5	387.855,0	960.865,9	904.150,0	922.455,9	646.425,0	375.000,0
Total ingresos					317.957,9	486.035,2	635.705,7	578.319,6	944.357,9	938.417,2	1.017.920,5	1.116.536,2	1.995.188,4	2.363.011,0	2.819.910,6	2.609.168,7	2.482.359,3
Flujo de caja (B.A)	-1.214.000,0				124.291,8	356.170,6	422.298,1	467.005,2	717.758,8	722.520,3	676.709,0	949.564,6	1.355.810,6	2.006.699,5	2.254.741,6	2.330.882,7	2.391.046,8
Actualización	-1.214.000,0				47.032,9	105.707,8	98.301,0	85.261,0	102.777,3	81.144,4	59.607,4	65.601,3	734.64,4	85.280,5	75.154,4	60.935,1	49.025,8

.....van

..... vienen

Anexo 8: Escenario 1, valoración total de los bienes y servicios

DESCRIPCIÓN	AÑOS									TOTAL
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Área (ha)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Producción										
CO ₂	82.792,4	88.109,8	93.425,8	98.742,0	104.058,2	108.224,6	112.391,0	114.641,0	116.891,0	116.891,0
Madera				11.000,0		17.325,0			33.000,0	61.325,0
Leña				1.000,0		1.500,0			2.500,0	7.274,3
Hongos	12.500,0	12.500,0								378.389,7
A. EGRESOS										
Producción de plantones										164.000,0
Plantación propiamente dicha										1.050.000,0
Podas de plantaciones				75.000,0		112.500,0			187.500,0	1.044.500,0
Recolección de hongos	52.750,0	52.750,0								2.965.388,7
Total egresos	52.750,0	52.750,0	0,0	75.000,0	0,0	112.500,0	0,0	0,0	187.500,0	5.223.888,7
B. INGRESOS										
CO ₂	2.251.954,5	2.396.585,7	2.541.182,8	2.685.783,3	2.830.383,8	2.943.709,1	3.057.034,4	3.118.234,4	3.179.434,4	3.179.434,4
Madera				2.321.000,0		3.655.575,0			6.963.000,0	12.939.575,0
Leña				140.000,0		210.000,0			350.000,0	1.018.398,4
Hongos	250.000,0	250.000,0								7.567.793,5
Total ingresos	2.501.954,5	2.646.585,7	2.541.182,8	5.146.783,3	2.830.383,8	6.809.284,1	3.057.034,4	3.118.234,4	10.492.434,4	24.705.201,2
Flujo de caja (B.A)	2.449.204,5	2.593.835,7	2.541.182,8	5.071.783,3	2.830.383,8	6.696.784,1	3.057.034,4	3.118.234,4	10.304.934,4	19.481.312,5
Actualización	39.386,9	32.715,9	25.138,7	39.351,1	17.223,9	31.962,6	11.443,7	9.155,1	23.729,6	

Anexo 9: Escenario 2, valoración de solo bienes

DESCRIPCIÓN	AÑOS																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Área (ha)	0	50	50	50	50	50	125	125	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Producción																	
CO ₂																	
Madera																	
Leña					168,7		286,2				253,0		850,9		715,5		
Hongos					14.717,3	15.083,0	15.449,1	12.928,5	29.576,0	27.624,5	28.173,7	19.392,8	48.043,3	45.207,5	46.122,8	32.321,3	18.750,0
A. EGRESOS																	
Producción de plantones	164.000,0																
Plantación propiamente dicha	1.050.000,0																
Podas de plantaciones					66.950,0		66.950,0				100.425,0		267.800,0		167.375,0		
Recolección de hongos					126.716,1	129.864,6	146.457,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9	240.786,4	166.971,6	371.577,8	356.311,6	397.794,1	278.286,0	91.312,5
Total egresos	1.214.000,0				193.666,1	129.864,6	213.407,6	111.314,4	226.599,2	215.896,9	341.211,4	166.971,6	639.377,8	356.311,6	565.169,1	278.286,0	91.312,5
B. INGRESOS																	
CO ₂																	
Madera																	
Leña					23.611,6		40.068,1				35.417,4		119.131,1		100.170,3		
Hongos					294.346,3	301.660,0	308.982,3	258.570,0	591.519,5	552.490,0	563.473,5	387.855,0	960.865,9	904.150,0	922.455,9	646.425,0	375.000,0
Total ingresos					317.957,9	301.660,0	349.050,5	258.570,0	591.519,5	552.490,0	598.890,9	387.855,0	1.079.997,0	904.150,0	1.022.626,1	646.425,0	375.000,0
Flujo de caja (B.A)	-1.214.000,0				124.291,8	171.795,4	135.642,8	147.255,6	364.920,4	336.593,1	257.679,4	220.883,4	440.619,2	547.838,4	457.457,0	368.139,0	283.687,5
Actualización	-1.214.000,0				64.108,3	75.093,3	50.246,4	46.227,2	97.082,7	75.886,9	49.233,4	35.765,2	60.461,6	63.706,9	45.081,9	30.745,5	20.078,4

.....van

..... viene

Anexo 9: Escenario 2, valoración de solo bienes

DESCRIPCIÓN	AÑOS									TOTAL
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Área (ha)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Producción										
CO ₂										
Madera				11.000,0		17.325,0			33.000,0	61.325,0
Leña				10.00,0		1.500,0			2.500,0	7.274,3
Hongos	12.500,0	12.500,0								378.389,7
A. EGRESOS										
Producción de plántones										164.000,0
Plantación propiamente dicha										1.050.000,0
Podas de plantaciones				75.000,0		112.500,0			187.500,0	1.044.500,0
Recolección de hongos	52.750,0	52.750,0								2.965.388,7
Total egresos	52.750,0	52.750,0		75.000,0		112.500,0			187.500,0	5.223.888,7
B. INGRESOS										
CO ₂										
Madera				2.321.000,0		3.655.575,0			6.963.000,0	12.939.575,0
Leña				140.000,0		210.000,0			350.000,0	1.018.398,4
Hongos	250.000,0	250.000,0								7.567.793,5
Total ingresos	250.000,0	250.000,0		2.461.000,0		3.865.575,0			7.313.000,0	21.525.766,9
Flujo de caja (B.A)	197.250,0	197.250,0		2.386.000,0		3.753.075,0			7.125.500,0	16.301.878,1
Actualización	11.831,0	10.026,3		87.102,4		98.397,3			113.701,2	

Anexo 10: Escenario 3, valoración de solo servicios

DESCRIPCIÓN																	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Área (ha)	0	50	50	50	50	50	125	125	250	250	250	250	250	250	250	250	250
Producción																	
CO ₂						6.778,5	10.538,8	11.755,5	12.972,0	14.188,5	15.405,5	26.789,8	33.646,7	53.634,6	66.076,6	72.159,7	77.476,4
A. EGRESOS																	
Producción de plántones	164.000,0																
Plantación propiamente dicha	105.000,0																
Total egresos	1.214.000,0																
B. INGRESOS																	
CO ₂			0,0	0,0	0,0	184.375,2	286.655,3	319.749,6	352.838,4	385.927,2	419.029,6	728.681,2	915.191,4	1.458.861,0	1.797.284,5	1.962.743,7	2.107.359,3
Total ingresos		0,0	0,0	0,0	0,0	184.375,2	286.655,3	319.749,6	352.838,4	385.927,2	419.029,6	728.681,2	915.191,4	1.458.861,0	1.797.284,5	1.962.743,7	2.107.359,3
Flujo de caja (B.A)	-1.214.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	184.375,2	286.655,3	319.749,6	352.838,4	385.927,2	419.029,6	728.681,2	915.191,4	1.458.861,0	1.797.284,5	1.962.743,7	2.107.359,3
Actualización	-1.214.000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	64.697,4	81.579,6	73.802,1	66.049,8	58.591,9	51.595,8	72.768,6	74.123,3	95.828,3	95.748,9	84.804,2	73.846,4

Van.....

.....viene

Anexo 10: Escenario 3, valoración de solo servicios

DESCRIPCIÓN	17	18	19	20	21	22	23	24	25	TOTAL
Área (ha)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
Producción										
CO ₂	8.279,4	88.109,8	93.425,8	9.8742,0	104.058,2	108.22,6	112.391,0	114.641,0	116.891,0	116.891,0
A. EGRESOS										
Producción de plantones										164.000,0
Plantación propiamente dicha										1.050.000,0
Total egresos										1.214.000,0
B. INGRESOS										
CO ₂	2.251.954,5	2.396.585,7	2.541.182,8	2.685.783,3	2.830.383,8	2.943.709,1	3.057.034,4	3.118.234,4	3.179.434,4	3.179.434,4
Total ingresos	2.251.954,5	2.396.585,7	2.541.182,8	2.685.783,3	2.830.383,8	2.943.709,1	3.057.034,4	3.118.234,4	3.179.434,4	3.179.434,4
Flujo de caja (B.A)	2.251.954,5	2.396.585,7	2.541.182,8	2.685.783,3	2.830.383,8	2.943.709,1	3.057.034,4	3.118.234,4	3.179.434,4	915.434,4
Actualización	64.001,1	55.240,5	47.504,8	40.720,2	34.803,3	29.356,7	24.725,8	20.454,8	16915,0	

Fotos 2. Trabajos de laboratorio



Foto 3. Muestras de trozas de fuste



Foto 4. Toma de datos de biomasa en fase de campo



Foto 5. Toma de muestras de acículas secas

Foto 6. Pesadas de ramas y fuste



Foto 7. Evaluación del DAP



Foto 8. Evaluación hongos comestibles



Foto 9. Hongos comestibles en plantaciones de pinos

