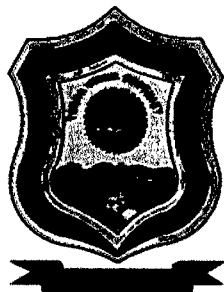


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**CARBONO AÉREO ALMACENADO EN UNA PLANTACIÓN DE BOLAINA
BLANCA (*Guazuma crinita* Martius) DE UN AÑO DE EDAD, EN EL
CENTRO POBLADO NUEVO EDÉN, ALTO MADRE DE DIOS**

Tesis

Para optar el Título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
- MENCIÓN FORESTALES -**

ARNOL LUIS BALTAZAR PEÑA

PROMOCIÓN 2007 - I

Tingo María - Perú

2011



F60

B17

Baltazar Peña, Arnol Luis

Carbono aéreo almacenado en una plantación de Bolaina Blanca (*Guazuma crinita Martius*) de un año de edad, en el Centro Poblado Nuevo Edén, Alto Madre de Dios. Tingo María 2011.

85 h.; 28 cuadros, 15 fgrs.; 72 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables .

1. GUAZUMA CRINITA MARTIUS 2. PLANTACIÓN 3. BIOMASA VEGETAL
4. DIÓXIDO 5. CARBONO AÉREO ALMACENADO 6. SECUESTRO 7. PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 18 de Mayo de 2011, a horas 11:30 a.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

“CARBONO AÉREO ALMACENADO EN UNA PLANTACIÓN DE *Guazuma crinita* Martius “BOLAINA BLANCA” DE UN AÑO DE EDAD, EN EL CENTRO POBLADO NUEVO EDÉN, ALTO MADRE DE DIOS – PERÚ”

Presentado por el Bachiller: **ARNOL LUIS BALTAZAR PEÑA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de **“BUENO”**.

En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

Tingo María, 19 de Setiembre de 2011

Ing. MSc. YTAUCLERH VARGAS CLEMENTE
Presidente

Ing. WARREN RIOS GARCÍA
Vocal

Ing. MSc. TANIA E. GUERRERO VEJERANO
Vocal

Ing. MSc. LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA
Asesor



DEDICATORIA

A Magdalena, mi querida madre; por haberme educado y enseñado el camino de la superación.

A Jhordan, Deivis, Maribel, Verónica y Elena, mis hermanos; por su apoyo moral, espiritual y económico.

In memoriam: de Delfín, mi querido padre; que en paz descansa y de Dios goce.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Alma Mater que me dio la oportunidad de hacer realidad mi ansiado sueño: culminar mis estudios universitarios.

A la plana docente de la Facultad Recursos Naturales Renovables, por sus conocimientos impartidos, con los que me propiciaron una formación profesional, humanística y con valores.

Al ingeniero Luis Alberto Valdivia Espinoza, patrocinador de la investigación, por su profesionalismo y oportuna y acertada orientación.

A la Empresa Reforestadora Nuevo Bosque RENUENO SAC, especialmente en la persona de su Gerente General señor Juan Alfredo Casabonne, Gerente de Operaciones ingeniero Manuel Palacios Suazo y demás trabajadores, por su desinteresado apoyo y cooperación, que contribuyeron a la realización y culminación de la tesis.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Objetivos.....	02
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1. Taxonomía de bolaina blanca (<i>Guazuma crinita</i> Martius).....	03
2.2. Biomasa.....	06
2.3. Dióxido de carbono.....	06
2.4. Secuestro de carbono.....	07
2.5. Carbono almacenado.....	08
2.6. Sumideros de carbono.....	08
2.7. Efecto invernadero.....	09
2.8. Algunos efectos del CO.....	10
2.9. La valorización económica de la fijación del carbono.....	12
2.10. Captura de carbono en ecosistemas forestales.....	13
2.11. La actividad forestal en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).....	17
2.12. Aspectos legales.....	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. Ubicación y extensión.....	26
3.2. Materiales y equipo.....	28
3.3. Metodología.....	28
IV. RESULTADOS.....	34
4.1. Biomasa vegetal por parcelas.....	34
4.2. Biomasa vegetal total (t/ha).....	39
4.3. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha.....	40
4.4. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha.....	41
V. DISCUSIÓN.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII. ABSTRACT.....	48
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Reservas de carbono (t.C/ha) en la biomasa aérea y el suelo en diferentes SUT en Yurimaguas, Perú.....	15
2. Reservas de carbono (t.C/ha) en la biomasa aérea y el suelo en diferentes SUT en Pucallpa, Perú.....	15
3. Cuantificación de carbono secuestrado en sistemas agroforestales, en tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú.....	16
4. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 1.....	34
5. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 2.....	35
6. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 3.....	36
7. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 4.....	37
8. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 5.....	38
9. Biomasa vegetal total (t/ha) en las cinco (05) ha.....	39
10. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha evaluadas.....	40
11. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Área total del terreno.....	29
2. Transectos para evaluación de biomasa.....	29
3. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 1.....	34
4. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 2.....	35
5. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 3.....	36
6. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 4.....	37
7. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 5.....	38
8. Biomasa vegetal total (t/ha) en las cinco (05) ha.....	39
9. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha evaluadas.....	40

RESUMEN

La investigación se desarrolló en el centro poblado Nuevo Edén, provincia Manu, departamento Madre de Dios. Según HOLDRIDGE (1987), corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Sub Tropical (bmh – ST). El clima es tropical y húmedo, con temperatura máxima de 38 °C y mínima de 28 °C, precipitación pluvial que oscila entre 1,500 y 3,000 mm anuales y humedad relativa media anual cercana al 85 %. La altitud es de 186 a 500 m s n m.

La metodología siguió los procedimientos propuestos por ARÉVALO *et al.* (2003).

Los resultados determinaron que la biomasa vegetal aérea de la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, en promedio es de 21.09 t/ha. Por tanto, la biomasa vegetal aérea estimada para las cinco (05) ha de la plantación referida, fue de 105.45 t/ha.

Respecto al carbono aéreo almacenado en la plantación en estudio, en promedio es de 9.49 t/ha. Estimándose finalmente que el carbono aéreo almacenado en el total de la plantación de 05 ha, es de 47.45 t/ha.

I. INTRODUCCIÓN

El aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera es una preocupación mundial. En los últimos 200 años el incremento fue de 280 a 375 ppm de CO₂ en la atmósfera y el aumento sigue con una tasa promedio superior a 1.5 ppm por año (ASB, 2005). Sin embargo, el cambio del uso del suelo por la tala de terrenos forestales para convertirlos en monocultivos (coca) o cultivos, han contribuido también, con el incremento de este gas (CO₂) hacia la atmósfera.

La deforestación en la Amazonía se calcula en más de 100 mil hectáreas por año y esto se debe en gran medida a la tradicional agricultura migratoria en la zona, que ha coadyuvado a la ocupación de territorios frágiles, por lo que no asegura el progreso económico. Esta actividad se ve fortalecida por el cultivo de coca cuya conducción depende de la práctica destructiva de la tala y quema de árboles. Los bosques son quemados, la coca es sembrada y cuando los campos se agotan de nutrientes (existen suelos degradados), se talan nuevos bosques repitiéndose en ciclo indefinidamente.

Los bosques de la amazonía peruana son el pulmón del mundo, donde la tercera parte del CO₂ es absorbido por la atmósfera, además es una de las regiones más ricas en todas las formas de flora y fauna en el mundo. Desafortunadamente, esa biodiversidad está siendo destruida rápidamente.

Bajo una adecuada política de apoyo, las plantaciones forestales en nuestro país tiene la capacidad de reducir el crecimiento de las emisiones de CO₂ generadas por el sector energético, convirtiéndose en una de las opciones de mitigación más importantes a corto y mediano plazo.

Debido a lo antes mencionado, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), es un instrumento por el cual se podría incentivar la generación de

plantaciones forestales para la captura de carbono; por ello es fundamental tener información precisa de la biomasa de los bosques en general y de las plantaciones como un medio para contrarrestar y/o mitigar los efectos del consumo de combustibles fósiles y otros, que liberan gran cantidad de dióxido de carbono a la atmósfera.

Ante esta situación, se formula la presente investigación, con la finalidad de estimar el carbono que almacena una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, como una alternativa para disminuir los efectos negativos de la saturación de CO₂ en la atmósfera.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

- Estimar el carbono aéreo almacenado en una plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, en el Centro Poblado Nuevo Edén, Alto Madre de Dios.

1.1.2. Específicos

- Estimar la biomasa vegetal aérea total de la plantación.
- Estimar el carbono aéreo total acumulado en la plantación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Taxonomía según Cronquist, citado por MOSTACERO (2002)

Clase	: MAGNOLIOPSIDA
Subclase	: DELINIIDAE
Orden	: MALVALES
Familia	: STERCULIACEAE
Género	: Guazuma
Especie	: crinita
Nombre común	: bolaina blanca
Nombre científico	: <i>Guazuma crinita</i> Martius

2.1.1. Descripción botánica

Árbol de 25 – 80 cm de diámetro y 15 – 30 m de altura total, con fuste cilíndrico, la ramificación en el tercer tercio, la base del fuste recta. Corteza externa lisa a finamente agrietada, color marrón claro o grisáceo. Corteza interna fibrosa y conformando un tejido finamente reticulado, color amarillo claro, oxida rápidamente a marrón; se desprende en tiros al ser jalada. Ramitas terminales con sección circular, color oscuro cuando secas, de unos 3 - 4mm de diámetro, usualmente con pubescencia ferrugínea hacia las partes apicales; la corteza se desprende en tiras fibrosas al ser jalada.

Hojas simples, alternas y dísticas, de 10 - 18 cm de longitud, y 5 - 7 cm de ancho, el peciolo de 1.5 – 2 cm de longitud, pulvinulado, las láminas ovadas, frecuente asimétricas, aserradas, la nerviación palmeada, los nervios secundarios prominulos en haz y envés, el ápice aguda y acuminado, la base cordada, las hojas cubiertas de pubescencia de pelos estrellados y escamosos sobre todo por el envés.

Inflorescencias panículas axilares de unos 8 - 12 x 3 - 6 cm con muchas flores.

Flores pequeñas, de 8 - 12mm de longitud, hermafroditas, con cáliz y corola presentes, los pedicelos de 4-8 mm de longitud, el cáliz y corola presentes, los pedicelos de 4 – 8 mm de longitud, el cáliz de 2-3 mm de longitud, la corola de 6 – 12 mm de longitud, de color rosado , con cinco pétalos, cada uno de ellos en forma de cuchara y con dos largos apéndices en el extremo, el androceo formado por cinco columnas estaminales que portan en su extremo numerosas anteras, el gineceo con ovario supero, ovoide, pequeño.

Frutos capsulas globosas de unos 4 – 8 mm de diámetro con la superficie densamente cubierta de pelos largos, de unos 3 – 4 cm de longitud.

2.1.2. Distribución y hábitat

Muy amplia en el neotrópico desde Centroamérica la región amazónica, hasta el sur de Brasil y Bolivia, mayormente hasta los 1,500 msnm. La especie abunda en la amazonia peruana.

Se le observa en ámbitos con pluviosidad elevada y constante, pero también en zonas con una estación seca marcada. Es una especie heliófila, característica de la vegetación secundaria temprana, muy abundante en la cercanía a caminos y zonas con alteración antropogénica. Suele presentarse en suelos limosos o arenosos, muchas veces de escasa fertilidad, a veces pedregosos; no tolera el anegamiento, sobre todo cuando es la plántula.

2.1.3. Observaciones para el reconocimiento de la especie

Fácil de reconocer por el porte, con el fuste cilíndrico y esbelto y la ramificación en el último tercio, la corteza interna fibrosa que oxida rápidamente luego de cortada, las hojas aserradas y palminervadas, inequilateras y los frutos cubiertos con largas cerdas. Los frutos de *Guazuma crinita* y de *Guazuma ulmifolia*, ambas conocidas con el nombre local "bolaina", son bastante diferentes, como se aprecia contrastando las ilustraciones de estas especies.

2.1.4. Fenología, polinización y dispersión

Registros de floración durante la estación seca, entre Julio-Septiembre y fructificación a fines de ella, entre Octubre-Diciembre.

Sobre polinización, pese a que se observan varios insectos pequeños acercándose a las flores, no hay reportes confirmados de cuáles serían los legítimos polinizadores (JANZEN, 1982). Se sugiere que la polinización en las STERCULIACEAE es efectuada por moscas pequeñas (PRANCE, 1985). La dispersión de los frutos en esta especie es efectuada por el viento.

2.1.5. Usos

La madera es de buena calidad, aunque blanda y liviana, de color blanco en la albura y marrón muy pálido en el duramen cuando seca, con grano recto y textura media (INIA-OIMT, 1996). Tiene buena durabilidad. Se le usa en carpintería, elaboración de utensilios pequeños como paletas de chupetes, mondadientes, palos de fósforos y artesanía; en años recientes se le usa crecientemente en la industria de los tableros contrachapados.

La corteza interna fibrosa es empleada localmente como material de amarre.

2.2. Biomasa

Es la masa total de los seres vivos presentes en una determinada área, en un momento determinado y suele expresarse en toneladas de materia seca, trata de un concepto útil al proporcionar una orientación sobre la riqueza en materia orgánica que en un determinado momento posee un ecosistema. La cuantificación de la biomasa en un ecosistema es una tarea relativamente compleja (Iturregui, 1998, citado por VARGAS, 2008).

Mientras exista un crecimiento neto de la biomasa de un bosque se fijará CO₂. Los bosques maduros que crecen poco, retienen el carbono ya fijado, pero no son capaces de absorber más CO₂, mientras que los bosques que experimentan una pérdida neta de biomasa por la muerte o enfermedad de algunos individuos, se comportan como emisores netos de CO₂ (CONAM, 1998, citado por VARGAS, 2008).

2.3. Dióxido de carbono

En la naturaleza el carbono se halla por doquier, según BRACK *et al.* (2000), el carbono está presente en el aire, en el agua y en el suelo en forma de un gas llamado dióxido de carbono (CO₂). En el aire está presente como gas, en el agua en forma disuelta. El carbono terrestre se encuentra bajo la forma de carbonatos, como la piedra caliza y el mármol. Sin embargo en el fondo del mar se encuentra otras rocas a partir de los sedimentos de los animales y plantas muertas (IPCC, 1996, citado por VARGAS, 2008).

El dióxido de carbono es fundamental en el equilibrio gaseoso, una parte de él se preserva en la atmósfera, otra en forma de carbonatos va a dar a los océanos, donde los organismos marinos lo depositan en el fondo del mar y una tercera parte tomada por los vegetales que es retenida en sus tejidos y parcialmente introducida en el suelo donde se fosiliza, una pequeña fracción se agrega también por emisiones volcánicas (UNEP y GEMS, 1992, citados por VARGAS, 2008).

La temperatura media de la atmósfera terrestre se ha incrementado en medio grado centígrado en los últimos treinta años debido al llamado “efecto invernadero” ocasionado por el aumento en el contenido de gases el CO₂, el metano, el oxido nitroso, clorofluorocarburos, que capturan el calor que irradia la superficie terrestre. Desde la década de 1950 son crecientes las cantidades de gases de invernadero que se emiten hacia la atmósfera, principalmente debido a la quema de combustibles fósiles, el uso de clorofluorocarbonatos, la agricultura y la deforestación (BRACK *et al.*, 2000).

Asimismo, debe tenerse en cuenta para el análisis del calentamiento global, no solo el cambio de las condiciones promedios del clima, sino el aumento factible de la variabilidad climática, afectando los ciclos de cultivos y plagas y la frecuencia de eventos climáticos extremos (NARDOME *et al.*, 1999).

2.4. Secuestro de carbono

ARÉVALO *et al.* (2003) definen el secuestro de carbono como el proceso de fijación de carbono en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra como consecuencia de alguna intervención sobre áreas degradadas o en proceso de degradación; estas intervenciones pueden ser programas de manejo de suelos con reforestación, agroforestería o conservación de suelos. Las cantidades fijadas de carbono se expresan en t.C/ha/año.

El secuestro de carbono es un servicio ambiental basado en la capacidad de los ecosistemas forestales para absorber y almacenar el carbono atmosférico (FONAM, 2004).

Un bosque primario cerrado almacena, entre suelo y vegetación cerca de 250 toneladas de carbono por hectárea: si se convirtiera a agricultura migratoria liberaría cerca de 200 toneladas, y un poco más si se convirtiera a pastizales o agricultura permanente (NASI *et al.*, 2000).

2.5. Carbono almacenado

La cantidad de carbono almacenado se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinado por las condiciones del suelo y clima.

Según BRACK *et al.* (2000), las plantas toman el CO₂ del agua, aire, suelo y con la energía de la luz del sol producen alimentos (glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, etc.) y liberan oxígeno (O₂) al aire, al agua o al suelo. Este proceso químico se denomina fotosíntesis. En el ciclo de carbono las plantas juegan un rol importante y una gran parte de la masa de las plantas está conformada por compuestos de carbono: azúcares, almidones, celulosa, madera o lignina y compuestos diversos. Cada planta tiene miles de compuestos orgánicos elaborados en base a la fotosíntesis y procesos celulares posteriores.

Se asume que el 45% de la biomasa vegetal seca es carbono. Existe en los bosques una acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosques tropicales la biomasa seca puede variar entre 150 y 382 t/ha, por lo tanto el carbono almacenado varía entre 67.5 a 171 t/ha (AREVALO *et al.*, 2003).

En su mayoría, el carbono se fija en la madera de los árboles adultos (90% del total) de los bosques. De esto, las selvas tropicales representan el 40%. Las selvas de crecimiento lento, contienen más carbono por unidad de superficie que las selvas jóvenes de crecimiento rápido (GRANADOS *et al.*, 2001).

2.6. Sumideros de carbono

Un sumidero de carbono, es aquel que elimina el carbono de la atmósfera, tal como sucede con los ecosistemas forestales que consumen CO₂

durante el proceso de fotosíntesis. Es decir, es la extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros como los océanos, los bosques o la tierra; a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis (ACOSTA *et al.*, 2001).

2.7. Efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía proveniente del sol. Como resultado del efecto invernadero, la tierra se mantiene lo suficientemente caliente como para hacer posible la vida sobre el planeta (NOVOA *et al.*, 2000).

Según la UNFCCC (1998), los Gases de Efecto Invernadero (GEI), son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja. Estos gases son: Dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

El efecto neto de estos procesos es aumentar la temperatura de la superficie de la atmósfera cerca de la superficie de la tierra, pero enfría su parte alta la estratosfera, como el efecto que presenta es semejante a un invernadero, se habla de gases con efecto invernadero.

La preocupación por este efecto no solo es producto de las temperaturas; sino también consecuencias de las alteraciones de las precipitaciones y evaporaciones asociadas, lo que indudablemente produce cambios en la distribución geográfica de los cultivos, en su producción y en los niveles de los mares (NASI *et al.*, 2000).

Valores publicados por el IPCC (1996), estiman un aumento de 1.5 °C entre el año 2000 al 2060, dejando en claro que las actividades humanas tienen un efecto directo sobre las concentraciones, distribución y ciclo de vida de estos gases.

2.8. Algunos efectos del CO

2.8.1. Climáticos (cambio climático)

El cambio climático es la variación global del clima de la Tierra, debido a causas naturales y a la acción del hombre, se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, entre otros. La acción humana está representada por la emisión de volúmenes crecientes de GEI, que aumentan la capacidad de retención de radiación solar de la atmósfera (HELLER y SHUKLA, 2003)

El cambio del clima es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Al producido por causas naturales lo denomina variabilidad natural del clima (IPCC, 2001). Siendo la principal causa del cambio climático la emisión de gases provenientes de la combustión de fuentes de energía fósil (petróleo, carbón, gas, entre otros), desde el inicio de la era industrial (LOGUERCIO, 2005).

El total de carbono emitido en el siglo XX a partir de la quema de combustibles fósiles fue de 261 233 millones de toneladas, en las que 19 países contribuyeron con 82.8 % de las emisiones, siendo Estados Unidos el principal país emisor; mientras que, el Perú es causante del 0.4 % de las emisiones mundiales de GEI (NOVOA *et al.*, 2005).

Por otro lado, los países en vías de desarrollo también tienen su responsabilidad en las emisiones de GEI (aunque en menor medida), sobre todo por la quema y cambios de uso de la tierra en los bosques tropicales, (LOGUERCIO, 2005); donde la deforestación genera el 25 % de las emisiones mundiales de GEI, sólo superada por el sector energético (VIDAL, 2007).

Algunos efectos del cambio climático son el calentamiento global, el incremento del nivel del mar, los cambios en la precipitación, la deglaciación y el aumento de la frecuencia de eventos meteorológicos extremos. Los países con áreas costeras bajas, zonas áridas y semi-áridas, así como los países situados en islas pequeñas, son más vulnerables. El cambio climático viene causando efectos sobre las especies y sus rangos de distribución durante siglos. Entre las actividades humanas principales que influyen en este fenómeno están la contaminación y el cambio de uso de la tierra y de la cobertura vegetal. Estas actividades afectan también a la diversidad biológica (FONAM, 2005).

2.8.2. Biofísicos

El calentamiento global implicaría alteraciones de los ciclos biogeoquímicos y pérdida de la biodiversidad BALDOCEDA (1993), trayendo como consecuencias; superposición de hábitat, por ejemplo los bosques polares migrarían a extremos más nórdicos inclusive, nuevas configuraciones eco sistémicas, se añadiría un nuevo y sustancial ingrediente de selección, producción de flores, frutos y semillas en lapsos menores y diferentes periodos (CEIJAS, 1998).

2.8.3. Socio - económicos

Cambios en los sistemas de producción agrícola, amenazas de poblaciones, habitantes de zonas costeras bajas e islas (1/3 de la población del planeta vive en los 600 Km ribereños); desabastecimiento de alimentos (por incapacidad biológica y/o financiera para producir o adquirirlos) (ONERN, 1978), las alteraciones en el proceso de demanda y satisfacción energética afectarían grandes segmentos sociales y repercutirían en el comercio internacional, prosperidad económicas, estilos de vida.

2.8.4. Agricultura

Modificación de patrones productivos y rendimientos al incrementarse el CO₂ atmosférico, los vegetales reducen su tasa de respiración

e incrementarse su eficiencia en el uso del agua, incrementando su producción de biomasa agravando esto por la cualidad fotosintética, sensibilidad a plagas por mayor turgencia foliar, demanda paulatina de nutrientes acarreado riesgos de mineralización y agotamiento edáfico (IPCC, 1996).

2.9. La valorización económica de la fijación del carbono

La valorización económica de la biodiversidad es una herramienta que permite estimar el valor de uso directo o indirecto de los recursos derivados del medio ambiente y los servicios ambientales que presta. Su importancia se sustenta en la necesidad de asignar cualitativa y cuantitativamente un valor a los servicios que presta la diversidad biológica al medio ambiente y al hombre, entre ellos, alimentos, mantenimiento de la calidad del agua, ciclaje de nutrientes y fijación de carbono (BUENDÍA, 1999).

El valor económico de los bosques por el servicio ambiental de captura de gases de efecto invernadero depende directamente de su capacidad de absorber una determinada cantidad de CO₂ al año. Conocer la capacidad real de absorción de CO₂ en los diferentes tipos de bosques es de vital importancia, a fin de asegurar que la valoración del bosque sea exacta (ITURREGUI, 1998)

En un año, gracias a la conservación de los bosques amazónicos se capturan 11,571 millones de toneladas de CO₂ atmosférico, con un valor económico funcional aproximado de 289 mil millones de dólares, el valor por hectárea del bosque amazónico por la función de sumidero de CO₂ es de 4 119 dólares (FONAM, 2004).

Según BUENDÍA (1999), en el Parque Nacional Bella Durmiente se calcula que un promedio de 14 000 ha se encuentran cubiertas por especies forestales, convirtiéndose en el recurso más abundante y que de acuerdo a los cálculos estimados generarían un ingreso aproximado de \$ 58,800 dólares anuales por la captura de CO₂, que de ser negociados en los mercados

internacionales nos permitirían incorporar mejores proyectos de conservación y de mejora de esta biodiversidad.

2.10. Captura de carbono en ecosistemas forestales

Los árboles en crecimiento a través del proceso fotosintético despiden oxígeno y consumen agua, luz y CO₂. Por ello, los bosques en expansión son calificados de “sumideros de carbono”: absorben gas carbónico. Cuando dejan de crecer, los árboles ya no son sumideros, sino receptáculos de carbono: almacenan enormes cantidades de este elemento, en la superficie y en los suelos, pero cumplen un papel neutro en el balance final de CO₂.

El dióxido de carbono atmosférico es absorbido por los árboles mediante la fotosíntesis, y es almacenado en forma materia orgánica (biomasa-madera). El CO₂ regresa a la atmósfera mediante la respiración de los árboles y las plantas, y por descomposición de la materia orgánica muerta en los suelos (oxidación) (BOUKHARI, 2000).

El FONAM (2006) menciona que los bosques, tierras agrícolas y otros ecosistemas terrestres ofrecen un potencial de almacenamiento de carbono. La (CMNUCC) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático durante la Cumbre para el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en la ciudad de Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992, considera a las actividades forestales como actividades a tomar en cuenta para el control, la reducción y/o la prevención de emisiones antropogénicas de GEI (SALGADO, 2004).

A través del manejo silvicultural de los bosques nativos existentes, y por la creación de nuevos bosques mediante forestaciones y reforestaciones en áreas donde no existen árboles, se contribuiría a almacenar grandes cantidades de carbono en la biomasa y el suelo, utilizando con ello su potencial para mitigar los cambios del clima (LOGUERCIO, 2005).

En la región San Martín, provincias de San Martín y Mariscal Cáceres, se evaluaron seis sistemas agroforestales, donde se observan que los sistemas de cacao (*Theobroma cacao* L.) de 12 años de edad pertenecientes a los sectores de Santa Teresa (Pachiza) y la Victoria (Huicungo) y el sistema de 20 años del sector Villaprado (Juanjui) presentaron mayores reservas de carbono con 45.07; 44.68 y 44.85 t.C/ha; respectivamente. Las mayores reservas de C para los sectores de Santa Teresa y La Victoria (sistemas de 12 años) se debieron al mayor número y tipo de especies forestales asociadas como el pucaquiro (*Sickingia williamsii*), cedro (*Cedrela odorata*) y shaina (*Colubrina glandulosa*); frutales que incluye a papaya (*Carica papaya*) y guaba (*Inga sp.*); así como, a las industriales caso del café (*Coffea arabica*). Mientras que los resultados para Villaprado (sistema de 20 años) podrían deberse a la asociación de especie de cacao (*Theobroma cacao*) con guaba (*Inga edulis*), capirona (*Calycophyllum spruceanum*) y mango (*Mangifera indica*), respectivamente (CONCHA *et al.*, 2007).

ANAYA (2010) en una investigación realizada en Tingo María, Huánuco – Perú, encontró que el carbono almacenado en una plantación de *Guazuma crinita* Martius “bolaina blanca” de un año de edad, fue de 1.18 t/ha.

ALEGRE *et al.* (2002) evaluaron diferentes Sistemas de Uso de la Tierra (SUT) en Yurimaguas y Pucallpa; determinando que la foresta y los barbechos antiguos tuvieron los contenidos más altos de carbono total en ambos sitios, tanto en la biomasa aérea y en el suelo. Sin embargo el contenido de carbono en la parte aérea (árbol, sotobosque y hojarasca) en los sistemas perennes con árboles y coberturas fue más alto y fluctuó desde 41 t.C/ha para la palma aceitera, hasta 74 t.C/ha para la plantación de caucho (Pucallpa) y en el sistema agroforestal de multiestratos (Yurimaguas), estos valores fueron intermedios con 59 t.C/ha (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 1. Reservas de carbono (t.C/ha) en la biomasa aérea y el suelo en diferentes SUT en Yurimaguas, Perú.

SUT	Árbol	Soto bosque	Hojarasca	Raíz	Suelo	Total (t.C/ha)
Foresta						
Bosque ligeramente desmontado de 40 años	290.00	3.63	3.93	23.95	38.76	360.3
Barbechos						
Bosque secundario (15 años)	184.40	0.82	4.03	3.32	46.54	239.10
Bosque secundario (5 años)	42.10	1.89	2.96	1.66	47.27	95.80
Bosque secundario (3 años)	2.40	1.25	3.44	3.66	43.80	54.60
Cultivos						
Área recientemente quemada	46.00	0.00	0.00	48.70	50.36	133.7
Cultivo anual (arroz)	16.80	1.91	2.96	29.30	43.60	89.6
Pastos						
Pastura degradada de 30 años (quemado anualmente)	0.00	4.83	5.73	1.50	54.50	63.60
Pastura mejorada de <i>Brachiaria decumbes</i> (15 años)	0.00	1.76	2.36	0.96	72.60	77.70
Sistemas agroforestales						
Plantación de la palmera <i>Bactris Gasipaes</i> de 16 años	0.40	82.69	2.16	7.49	56.10	148.80
Multiestrato con plantación de <i>Bactris/Cedrelinga/Inga/Colubrina</i>	57.30	1.25	6.09	2.63	47.03	114.30

Fuente: ALEGRE *et al.* (2002)

Cuadro 2. Reservas de carbono (t.C/ha) en la biomasa aérea y el suelo en diferentes SUT en Pucallpa, Perú.

SUT	Árbol	Soto bosque	Hojarasca	Raíz	Suelo	Total (t.C/ha)
Foresta						
Bosque primario (no tocado)	160.10	0.83	0.73	2.61	76.81	241.10
Bosque primario (extracción selectiva)	120.30	0.69	1.83	3.48	47.03	173.30
Barbechos						
Bosque secundario (15 años)	121.00	2.21	2.85	1.04	68.33	172.30
Bosque secundario (3 años)	13.20	1.83	5.90	0.28	19.63	40.80
Cultivos						

Área recientemente quemada	68.33	0.00	0.00	3.27	29.71	101.30
Cultivo anual (maíz)	4.50	1.24	2.12	0.81	22.36	31.00
Cultivo anual (yuca o mandioca)	0.70	1.75	0.98	0.50	34.16	38.10
Cultivo bi-anual (plátano)	6.20	8.08	1.99	0.84	39.16	56.20
Pastos						
Pastura degradada	0.00	2.42	0.68	0.68	35.74	39.50
Plantación						
Plantación de <i>Hevea</i> (30 años)	66.60	0.91	6.47	0.35	78.20	152.60
Plantación de palma aceitera	0.00	37.24	4.14	0.71	57.15	99.20

Fuente: ALEGRE *et al.* (2002)

CALLO – CONCHA *et al.* (2001) realizaron una investigación en tres pisos ecológicos de la Amazonía (Selva Alta - Previsto, Selva Baja - Aguaytía y Ceja de Selva - San Agustín), determinando que los SUT bosque primario, huerto casero, bosque secundario y café bajo sombra, cuantitativamente conforman un grupo de aportes de carbono muy regular, y finalmente la silvopastura y pastura, con menores participaciones. En el caso del bosque primario, el mayor volumen de carbono retenido se encuentra en la biomasa arbórea. Los aportes de carbono en fuentes de biomasa no arbórea (arbustiva, herbácea, hojarasca y edáfica), en suma no alcanzan la cuarta parte del volumen global. En bosque secundario, café bajo sombra, silvopastura, pastura y huerto casero el mayor aporte de carbono es edáfico. En bosque secundario el carbono edáfico es ligeramente superior al 50 %. En café bajo sombra, el carbono edáfico es menor que la de silvopastura; donde en este último, la proporción de carbono edáfico es altísima, alcanzando casi las tres cuartas partes. Para la pastura, casi el 96% del carbono es contribuido por el suelo.

Cuadro 3. Cuantificación de carbono secuestrado en sistemas agroforestales, en tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú.

SUT	AP (%)	ACM (%)	AH (%)	H (%)	E (%)	Total (t.C/ha)
Bosque primario	42.10	35.85	0.16	0.70	21.21	465.80
Bosque secundario	37.51	7.62	0.43	1.42	53.02	181.00

Café bajo sombra	23.44	16.73	0.33	0.88	58.62	193.70
Silvopastura	25.38	1.17	0.76	0.54	72.10	119.80
Pastura	2.36	0.00	1.32	0.72	95.59	97.30
Huerto casero	39.55	3.19	0.28	0.52	56.47	195.70

AP = Árboles en pie; ACM = Árboles caídos muertos; AH = Arbustivo y Herbáceo; H = Hojarasca; E = Edáfico
Fuente: CALLO – CONCHA *et al.* (2001)

Las reservas de carbono de la biomasa aérea (en diferentes SUT en San Martín, Perú) en un bosque primario es de 485 t C/ha en promedio; mientras que, los sistemas de café con guaba de 4 años y cacao con especies forestales de 15 años, presentan valores de 19 y 47 t C/ha, respectivamente (LAPEYRE *et al.*, 2004).

2.11. La actividad forestal en el Mecanismo de Desarrollo en Limpio (MDL)

2.11.1. El Protocolo de Kyoto

El Congreso de la república del Perú aprobó con 81 votos a favor de la adhesión de nuestro país al protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático suscrita en la ciudad japonesa de Kyoto, el 11 de diciembre de 1997. Este Protocolo resulta importante por cuanto uno de sus principales objetivos es comprometer a los países firmantes para que reduzcan, en los años 2008 – 2012, las emisiones agregadas de seis gases contaminantes; dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidroclorofluorocarbonados (HCFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y clorofluorocarbonados o freones (CFC).

Su disminución se traduciría en un descenso del 5,2% de las emisiones de CO₂, uno de los principales agentes contaminantes del aire. En este sentido la adhesión a este documento resulta beneficioso no solo porque en líneas generales, alienta el desarrollo sostenible, sino también de brindar incentivos fiscales, exenciones tributarias y arancelarias y subvenciones para aquellas empresas y/o industrias que se rijan por las normas propias de la política ambiental establecida en cada país.

Es necesario destacar que la Comisión de Ambiente y Ecología fue la primera en aprobar por unanimidad en su sección ordinaria del martes 03 de setiembre del 2002, la adhesión del Perú al Protocolo de Kyoto, de conformidad con los artículos 56° y 102°, inciso 3 de la Constitución Política del Perú.

2.11.2. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El FONAM (2007) menciona que el MDL (Artículo 12 del Protocolo de Kyoto) se refiere a proyectos para la mitigación de cambio climático llevados a cabo entre los países industrializados (países Anexo I) y los países en desarrollo (países no incluidos en el Anexo I). A partir del protocolo de Kyoto, se establecieron compromisos vinculantes de reducción de las emisiones de los GEI por parte de los países industrializados, empleando el mecanismo de flexibilidad existente; siendo uno de ellos el proyecto llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que a través de los cuales se podrían incentivar las plantaciones agroforestales y forestales con fines de captura de carbono (CONAM, 2006), estas a su vez pueden beneficiarse ambientalmente mediante el secuestro de carbono, disminuyendo la presión de los bosques naturales, regulando el clima; mejorando la calidad de agua, el paisaje y la biodiversidad. También previniendo desastres naturales, realizando funciones de refugio de especies animales y generando socialmente empleos y produciendo bienes con servicios, entre otros.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio contempla además que los proyectos que generan certificados de carbono ayuden a los países en vías de desarrollo más vulnerables a cubrir sus costos de adaptación, a través de la destinación de 2% de los CER (Certificados de Emisiones Reducidas) a un fondo especial (CER son certificados obtenidos como producto de un proyecto realizado en países en vías de desarrollo donde se reducen o fijan emisiones de GEI en comparación a un escenario base. Pueden expresarse en t.CO₂, ó t.C; donde 1 t.C equivale a 3.7 t.CO₂). El MDL es el único que involucra a países en desarrollo, el cual permite que proyectos de inversión elaborados en éstos países puedan obtener beneficios económicos adicionales a través de la

venta de CER, mitigando la emisión o secuestrando GEI de la atmósfera (ULLOA, 2006).

Actualmente las actividades de Uso de suelo, Cambio de uso del suelo y forestación (LULUCF) dentro del MDL están limitadas a forestación y reforestación, pero se espera poder incluir en los próximos períodos de compromiso proyectos de conservación y manejo de bosques. Las actividades forestales tienen efectos en la diversidad biológica y en los bienes y servicios originados por esta biodiversidad, sin embargo, se debe tomar en cuenta la elección de las especies con las cuales se efectuará la reforestación, pues se puede poner en riesgo la diversidad biológica si se usan monocultivos, especies exóticas u organismos genéticamente modificados sin haber tomado las precauciones necesarias. Para esto se requiere de un mayor conocimiento científico y así poder planificar las intervenciones humanas necesarias para mitigar el cambio climático y adaptarse, a la vez que se contribuye a la conservación de la biodiversidad, maximizando los beneficios socioeconómicos provenientes de los ecosistemas (FONAM, 2005).

El MDL incluye proyectos en los siguientes sectores: i) Industrias energéticas (renovables/no renovables), ii) Distribución de energía, iii) Demanda de energía, iv) Industrias manufactureras, v) Industrias químicas, vi) Construcción, vii) Transporte, viii) Minas / producción mineral, ix) Producción metalúrgica, x) Emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo y gas natural), xi) Emisiones fugitivas de la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre, xii) Uso de solventes, xiii) Disposición y manejo de desechos, xiv) Forestación y reforestación, xv) Agricultura (CHIDIAK *et al.*, 2006).

El Perú, luego de la firma y ratificación del Protocolo de Kyoto (13 de noviembre de 1998 y 12 de setiembre del 2002), ha desarrollado la Estrategia Institucional para la Promoción del MDL (COTO y MORERA, 2004), para lo cual identificó a la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (PROINVERSION), como la institución que en el futuro podría llevar a cabo

estas funciones. Por ahora, el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Autoridad Ambiental Nacional, coordina la implementación de la misma, y es también la Autoridad Nacional designada para el MDL, encargada de aprobar los proyectos en el país. Asimismo, el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM) está encargado de las labores de Promoción de este mecanismo, que incluye la estructuración y actualización de la cartera de proyectos (FONAM, 2004).

2.11.3. Potencial del MDL para contribuir al desarrollo forestal

El MDL incluye la posibilidad de utilizar las plantaciones forestales como sumideros de carbono. El concepto de sumideros de carbono a través de plantaciones forestales se apoya en la idea que los árboles, al crecer, absorben carbono de la atmósfera y que lo fijan en su madera (COTO y MORERA, 2004).

Al ser reconocido el importante papel que desempeñan los bosques en el proceso de secuestro o captura de carbono atmosférico, al punto tal que las actividades forestales han sido incluidas dentro de la definición de "sumidero"; el potencial de los bosques de plantación ha cobrado renovada importancia: los certificados por captura de carbono generados por proyectos MDL, plantean la posibilidad de capturar beneficios financieros provenientes de las actividades reductoras de emisiones. De esta manera, la captura de carbono ha adquirido valor monetario, puesto que los certificados de reducción poseen un precio de mercado y, en consecuencia, las actividades de plantación, que pueden no estar justificadas sobre la base de la producción maderera solamente, pueden ver incrementada su rentabilidad. El MDL abre una oportunidad económica para llevar adelante proyectos forestales que capturen carbono en los países en desarrollo gracias a la asistencia financiera por parte de los países desarrollados del Anexo I (CHIDIK *et al.*, 2006).

FAO (2005) manifiesta que los proyectos forestales que se consideran para mitigar las concentraciones de GEI en la atmósfera se agrupan en tres tipos: Proyectos de conservación de carbono; proyectos de captura de carbono y Proyectos de sustitución de carbono. El artículo 3.3 del Protocolo de

Kyoto considera a las actividades de forestación y reforestación posteriores al 31 de diciembre del año 1989, como las únicas opciones para la reducción de GEI en la atmósfera, que pueden ser consideradas para el primer período de compromiso (2008 - 2012), asimismo, el artículo 3.4 presenta la posibilidad de que otras actividades, tal como conservación de suelos, manejo de bosques, entre otras, puedan ser incluidas en las negociaciones del segundo período de compromiso y posteriores negociaciones (NEUENSCHWANDER, 2005).

En la Conferencia de Partes (CoP9, Milán, Italia) de la CMNUCC, se acordó que el periodo de acreditación podrá ser de un máximo de 20 a 30 años renovables dos veces (para un total de 60 años), siempre y cuando en cada renovación se revise la línea base. Adicionalmente se adoptó el concepto de certificados temporales (tCER) o de largo plazo (ICER) para reflejar el carácter reversible de los proyectos de reforestación y forestación (NORBERTO, 2006).

En la región latinoamericana, los escenarios más comunes encontrados para la determinación de la línea de base en proyectos forestales en el MDL son: Pastos (34 %), terrenos en proceso de deforestación (25 %), terrenos degradados (33 %) y combinaciones de pastos con terrenos degradados (8 %). En la totalidad de los proyectos analizados los terrenos seleccionados corresponden a tierras marginales, donde la posibilidad de desarrollar actividades agrícolas o pecuarias se ha visto deteriorada por la pérdida de calidad de los suelos (ULLOA, 2006).

A nivel mundial los proyectos forestales MDL representan el 7 % del total. El Perú tiene un portafolio de 50 proyectos en el MDL, de los cuales 39 proyectos son del sector energía y 11 proyectos en el sector forestal, con una extensión total de 40 724 ha que implican reducciones de más de 6.5 millones de t CO₂, en veinte años (FONAM, 2007).

Las transacciones que se realicen dentro del MDL se llevará a cabo entre miembros de la Organización de Cooperación para el Desarrollo

Económico (OCDE) que son Partes del Anexo I, como compradores y los países con economías en transición a economía de mercado como vendedores, dado que las oportunidades de reducción son más baratas y abundantes en éstos últimos (UNFCCC, 2004).

En los países en desarrollo el costo de la captura del carbono es menor; puesto que existe una gran disponibilidad de tierras marginales sin cobertura, en diferentes estados de degradación y con aptitud forestal, con baja competencia de usos alternativos y bajos costos de instalación. Esto sumado a la existencia de especies nativas de interesante crecimiento y buena aceptación en el mercado como, en el caso del Perú, la bolaina (*G crinita* C. Martius) que generan un muy buen potencial de captura (SALGADO, 2004).

El mercado mundial de carbono ofrece a los países en desarrollo y a los organismos dedicados a la conservación ecológica un instrumento para financiar la ampliación de sus áreas ecológicamente frágiles, y mejorar la situación económica y política de muchas zonas rurales. Por otro lado, representa una fuente de ingresos completamente nueva y aumentaría la rentabilidad de algunas actividades actuales (FONAM, 2005). Además, por el pago de captura de carbono, algunos propietarios de tierras en países en vías de desarrollo podrían cambiar sus cultivos por actividades forestales. No obstante, es poco probable que éstas lleguen a sustituir a los cultivos más rentables de exportación como café, banana y piña, pero sí podrían, en cambio, sustituir algunas actividades tradicionales de ganadería y cultivo del arroz que requieren una considerable extensión de tierras (CASTRO, 2005).

2.11.4. Características de los proyectos de forestación y reforestación en el MDL (F y R - MDL)

a. Aceptabilidad

NORBERTO (2006) manifiesta que el proyecto deberá estar acorde con los objetivos de desarrollo del país anfitrión (país en vías de desarrollo) y

sus prioridades económicas, además de demostrar su contribución al desarrollo sostenible.

b. Adicionalidad

Demostrar que el proyecto representa capturas de carbono mayores a lo que ocurriría de no ejecutarse el proyecto. Debe demostrarse que contribuye al desarrollo sostenible del país donde se realiza.

c. Línea base

Las variaciones del carbono almacenado en el ámbito del proyecto que se habrían producido si no se ejecuta el proyecto (NEUENSCHWANDER, 2005).

Un proyecto forestal deberá demostrar que la reducción o fijación de emisiones de CO₂, es adicional a lo que ocurrirá en su ausencia del mismo. Por esto, para comercializar CER de proyectos forestales, se deberá probar que en las condiciones económicas, políticas y regulatorias en las que este se ejecuta, la fijación de CO₂ con el proyecto es mayor que en el escenario sin el proyecto (NORBERTO, 2006).

$$CER(t.C) = \sum_{t=0}^{Tf} \frac{(C_{proyecto} - C_{líneabase})}{n}$$

Donde:

CER = Certificado de Emisiones Reducidas

t.C = Tonelada de carbono

Ct = Carbono total

Tf = Tiempo de culminación del proyecto

n = Período de tiempo utilizado para estimar CER

d. Periodo de acreditación

Es el lapso en que se pueden emitir bonos de carbono del proyecto (NEUENSCHWANDER, 2005). Elegir una de las siguientes alternativas:

- 20 años como máximo y puede renovarse hasta dos veces, siempre que en cada renovación una Entidad Operacional Designada (EOD) verifique la validez de la línea de base y;
- 30 años como máximo.

e. Impactos socioeconómicos y ambientales

Consiste en el análisis de los posibles impactos que provocaría la ejecución del proyecto y, si existieran, debe explicarse las medidas para evitarlos o de mitigación necesarias (NEUENSCHWANDER, 2005).

f. Fugas

Aumento de las emisiones de GEI fuera del ámbito del proyecto que pueden atribuirse a sus actividades y pueden ser medidas.

Aún resta definir si el término fuga comprenderá:

- a. Los cambios (incrementos y reducciones) en los reservorios de carbono que se encuentran fuera de los límites del proyecto;
- b. Las reducciones en las remociones por sumideros en los reservorios de carbono que se encuentran fuera de los límites del proyecto;
- c. Los cambios (incrementos y reducciones) en las emisiones de GEI de las fuentes que se encuentran fuera de los límites del proyecto;
- d. Sólo los incrementos en las emisiones de GEI de las fuentes que se encuentran fuera de los límites del proyecto (NORBERTO, 2006).

g. Permanencia

La captura de carbono en un bosque no es permanente y puede convertirse en emisiones de GEI por causas naturales o antropogénicas (NEUENSCHWANDER, 2005). Los participantes en proyectos F y R deben elegir entre:

- tCER que son temporales y caducan al final del siguiente período de cumplimiento para el que se expidieron y,
- ICER que caducan al finalizar el período de acreditación del proyecto.

2.12. Aspectos legales

- Según el Artículo 281°, Capítulo VII, del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 del 22 de julio de 2011, la absorción de carbono es un servicio ambiental del bosque.
- Según el artículo 35°, del título VII de la referida Ley Forestal y de Fauna Silvestre, el estado implementará a partir del año 2011 mecanismos de indemnización por los efectos de la contaminación producida por el consumo de combustibles fósiles que serán destinados al financiamiento de actividades de conservación rehabilitación de áreas naturales e investigación forestal y de fauna silvestre.
- En el año 2005 se inició el proyecto piloto en pago de servicios ambientales (PSA) cuya oficialización se dió con el documento N° RJ 185 – 05 – INRENA.
- En el año 2006 se inició la elaboración de la estrategia institucional para el pago de servicios ambientales del INRENA (2007 – 2011). Aprobado por Resolución Jefatural N° 060 – 2007- INRENA.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y extensión

3.1.1. Ubicación política

El área de estudio se encuentra localizado en el sector Nuevo Edén, distrito Fitzcarrald, provincia Manu, departamento Madre de Dios.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM: Este 265,475 m y Norte 8'614,063 m; con altitud de 350 m s n m; y extensión de cinco (05) ha.

3.1.3. Ecología

La zona de vida, según el Mapa Ecológico del Perú (HOLDRIDGE, 1987) es de bosque muy húmedo Sub Tropical (bmh – ST).

3.1.4. Fisiografía y cobertura vegetal

Presenta un paisaje con topografía plana, altitud de 350 m s n m, pendiente de 1 a 2 %, conformado por bosque secundario con predominancia de árboles de cumala, peine de mono, quillobordón, shihuahuaco, etc. (Anexo 5).

3.1.5. Fauna

Se ha observado la presencia de aves, mamíferos, reptiles, batracios, lepidópteros, y una gran variedad de insectos y microorganismos en el suelo en su mayor parte.

3.1.6. Clima

Es tropical y húmedo caracterizado de acuerdo a su orografía y expresión regional como selva baja o llano amazónico, con una altitud de 186 a 500 m s n m. Registran una temperatura máxima de 38 °C y mínima de 28 °C, con precipitación pluvial que oscila entre 1,500 y 3,000 mm anuales, mientras la humedad relativa media anual es cercana al 85 %.

La época de lluvia comienza en octubre y se prolonga hasta abril, sin embargo, en los últimos años el régimen de lluvias ha sufrido grandes variaciones en su intensidad, ocasionando inundaciones en las riberas de los ríos.

3.1.7. Suelo

La plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) fue establecida en suelos con textura franco - arcilloso, drenaje bueno a regular, profundidad efectiva de 50 - 70 cm, grado de erosión de 50 %, pH de 5.30 y materia orgánica de 4.37 %. La vegetación original existente previa al establecimiento de la plantación fue de bosque explotado, y la preparación del terreno para instalar la plantación consistió en tumba, roce y picacheo de la vegetación preexistente (Anexos 4 y 5).

3.1.8. Características de la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius)

La plantación en estudio fue establecida durante el período comprendido entre el 20 de febrero al 06 de marzo de 2009. Se empleó el sistema de plantación campo abierto y el método cuadrado, con distanciamiento entre plantas de 3 m. El área neta plantada es de cinco (05) ha y la densidad de plantación es de 1,111 plantas/ha (5,555 plantas/5 ha). La estación/época en la que se estableció la plantación fue el invierno.

Los plantones de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) fueron producidos con semillas precedentes de la ciudad de Pucallpa, e instalados en terreno definitivo cuando obtuvieron 35 cm de altura en promedio.

3.2. Materiales y equipo

3.2.1. Materiales

Wincha, cinta diamétrica, plumón indeleble, bolsas de papel, costales de polietileno, tableros de campo, libretas de campo, materiales de oficina y cómputo.

3.2.2. Equipos

GPS Garmin Venture Etrex, cámara fotográfica KODAK 5mm, brújula Brunnton, estufa con termostato, balanza de precisión, equipo de cómputo.

3.3. Metodología

Se emplearon los procedimientos propuestos por ARÉVALO *et al.* (2003), basado en la determinación de la biomasa total mediante el uso de ecuaciones alométricas si son árboles y en toma de muestras del sotobosque y hojarasca.

3.3.1. Delimitación del área en estudio

El área total de la plantación es de cinco (05) ha, en cuya totalidad se realizó la estimación del carbono aéreo almacenado. Es decir, se delimitaron cinco parcelas de 150 x 70 m (10,500 m² aproximadamente), en cada una de las cuales se establecieron dos transectos de 5 x 100 m para evaluación de árboles con DAP mayores a 30 cm. En cada transecto de 5 x 100 m se estableció un transecto de 4 x 25 m, donde se evaluaron árboles con DAP de 2.5 a 30 cm.

A efectos de evaluar la biomasa arbustiva/herbácea, se establecieron dos transectos de 1 x 1 m dentro de cada transecto de 4 x 25 m,

y finalmente al interior de cada transecto de 1 x 1 m se delimitó un transecto de 0.5 x 0.5 m con la finalidad de evaluar la biomasa de hojarasca.

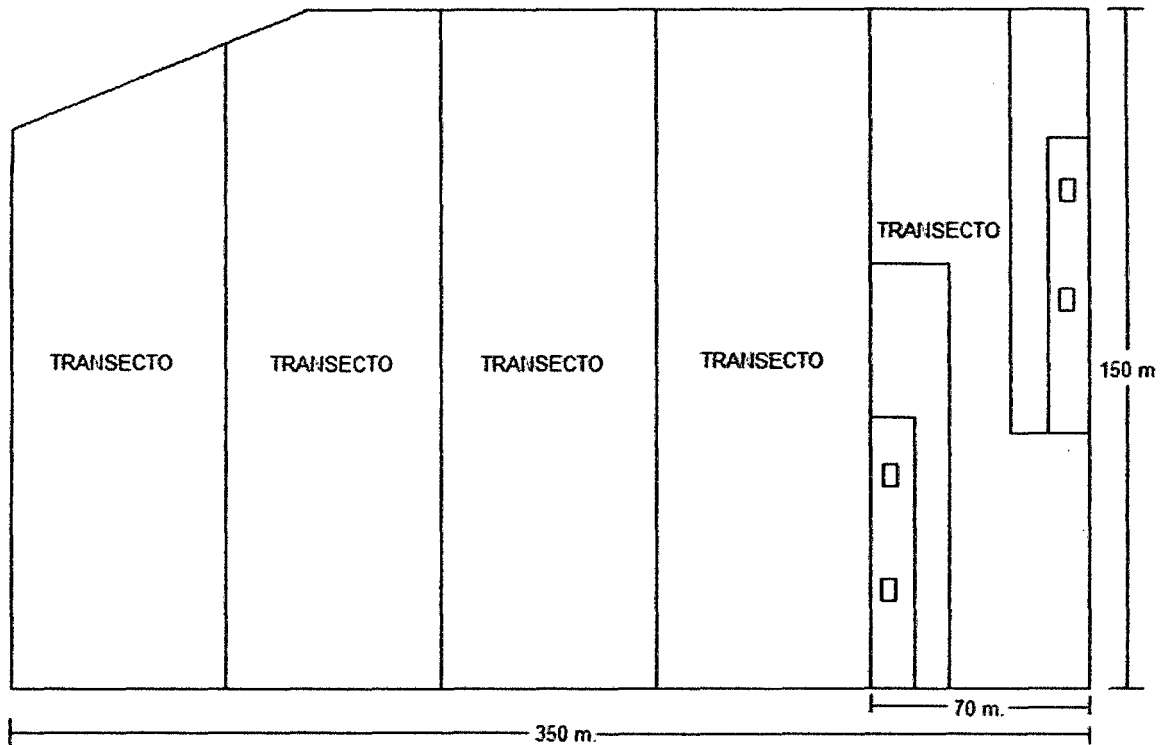


Figura 1. Área total del terreno

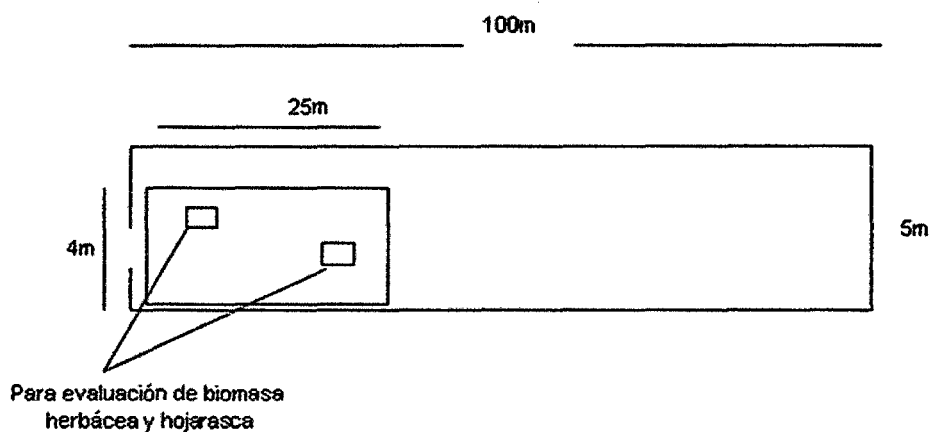


Figura 2. Transectos para evaluación de biomasa

3.3.2. Evaluación de biomasa vegetal

- **Biomasa arbórea viva (kg/árbol).** Es toda la biomasa (troncos, ramas, hojas) de los árboles con diámetros mayores de 2.5 cm. Para

estimar el carbono secuestrado en la biomasa arbórea viva, se trazaron parcelas de 4 m x 25 m donde se realizó el inventario forestal, midiendo el diámetro a la altura de pecho (DAP) de todos los árboles de 2.5 a 30 cm de DAP. Si dentro de esta parcela se presentaran árboles con D.A.P. mayores de 30 cm, es necesario trazar una parcela de 5 m x 100 m para proseguir con la evaluación. La fórmula utilizada se muestra a continuación:

$$BA = 0.1184 \times DAP^{2.53}$$

Donde:

BA	:	Biomasa de árbol individual (kg)
0.1184	:	Constante
2.53	:	Constante
DAP	:	Diámetro a la altura del pecho (1.30 cm)

- **Biomasa arbórea viva (t/ha).** Para calcular la biomasa por hectárea, se suman los árboles medidos y registrados en cada parcela. Al resultado de la suma se multiplica por el su respectivo factor de conversión, como se muestra a continuación:

$$BAVT (TM/ha) = BTAV \times 0.1 \quad \text{ó}$$

$$BAVT (TM/ha) = BTAV \times 0.02$$

Donde:

BAVT	:	Biomasa de árboles vivos en TM/ha
BTVA	:	Biomasa total de la parcela
0.1	:	Factor de conversión de la parcela 4 x 25 m
0.02	:	Factor de conversión de la parcela 5 x 100 m

- **Biomasa arbustiva/herbácea**

La biomasa arbustiva/herbácea (BAH) está compuesta por la biomasa sobre el suelo (epigea) de vegetación menores a 2.5 cm de diámetro, gramíneas y otras hierbas. La biomasa se estimó por muestreo directo de dos cuadrantes de 1 m x 1 m distribuidos al azar dentro de los transectos de 4 m x 25 m; donde se cortó toda la vegetación a nivel del suelo y se colocaron en bolsas de papel con su codificación correspondiente a cada parcela, transecto y repetición, registrándose asimismo el peso fresco total de la muestra. Luego se obtuvo una sub muestra registrando su peso fresco, la misma que se colocó en una estufa de aire caliente a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ hasta obtener peso seco constante (cinco días). Este peso seco se lleva a t/ha y se multiplica por el factor de 0.45 para obtener la cantidad de carbono/ha (AREVALO *et al.*, 2003).

Para el cálculo de la biomasa arbustiva/herbácea (t/ha) se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{BAH (t/ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) \times \text{PFT}) \times 0.01$$

Donde:

BAH = biomasa arbustiva/herbácea, materia seca

PSM = peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = peso fresco total por metro cuadrado (g)

0.01 = factor de conversión.

- **Biomasa de hojarasca (Bh)**

Se cuantificó en base a la capa de mantillo u hojarasca y otros materiales muertos (ramillas, ramas) en cuadrantes de 0.5 m x 0.5 m colocados

dentro de cada uno de los cuadrantes de 1 m x 1m. Se colectó toda la hojarasca, las muestras se colocaron en bolsas de papel debidamente codificadas de acuerdo a cada parcela, transecto y repetición. Se registró su peso fresco total por 0.25 m² de la que se extrajo una sub muestra, registrándose su peso fresco y luego de secarla en estufa a 75 °C se obtuvo el peso seco constante. Este peso seco se lleva a t/ha y se multiplica por el factor de 0,45 para obtener la cantidad de carbono/ha(C/ha) en hojarasca.

Para el cálculo de la biomasa de hojarasca (t/ha) se utilizó la siguiente ecuación:

$$Bh \text{ (t/ha)} = ((PSM/PFM) \times PFT) \times 0.04$$

Donde:

Bh = biomasa de la hojarasca, materia seca

PSM = peso seco de la muestra colectada (g)

PFM = peso fresco de la muestra colectada (g)

PFT = peso fresco total por metro cuadrado (g)

0.04 = factor de conversión.

- **Cálculo de la biomasa vegetal total (t/ha)**

$$BVT \text{ (t/ha)} = (BAVT + BAH + Bh)$$

Donde:

BVT = biomasa vegetal total

BAVT = biomasa total árboles vivos

BAH = biomasa arbustiva y herbácea

Bh = biomasa de la hojarasca

3.3.3. Cálculo del carbono en la biomasa vegetal total (t/ha). Para el cálculo del carbono almacenado en la plantación, se multiplica el valor de la biomasa vegetal total (t/ha) por el factor 0.45, dado que en estudios realizados se estima que el 45 % de la materia seca es Carbono.

$$\text{CBV (t/ha)} = \text{BVT} \times 0.45$$

Donde:

CBV	:	Carbono en la biomasa vegetal
BVT	:	Biomasa vegetal total
0.45	:	Constante (BROWN y LUGO, 1992)

IV. RESULTADOS

4.1. Biomasa vegetal por parcelas

Los Cuadros 4 al 8 y Figuras 3 a 7, muestran la biomasa acumulada por parcela, cuyo procesamiento permitirá estimar la cantidad de carbono almacenado en la plantación.

Cuadro 4. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 1.

PAR-CELA	TRANSECTO (100 m ²)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁCEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)
P1	1	11.07	0.10	5.09
	2	16.64	0.07	5.04
PROMEDIO		13.86	0.09	5.07

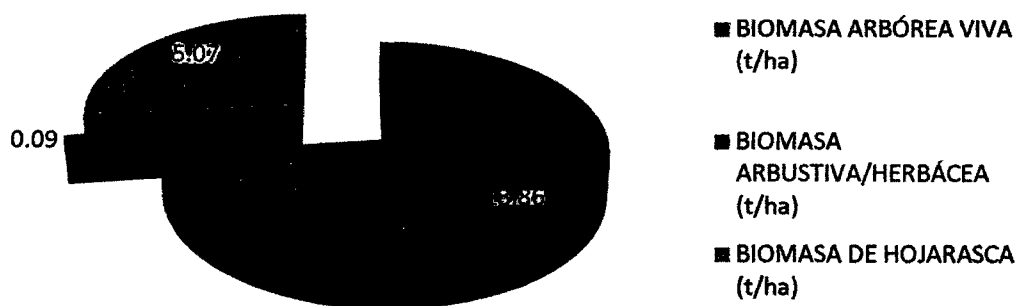


Figura 3. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 1.

Cuadro 5. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 2.

PAR-CELA	TRANSECTO (100 m ²)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁCEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)
P2	1	16.53	0.08	6.21
	2	3.23	0.09	4.61
PROMEDIO		9.88	0.09	5.41

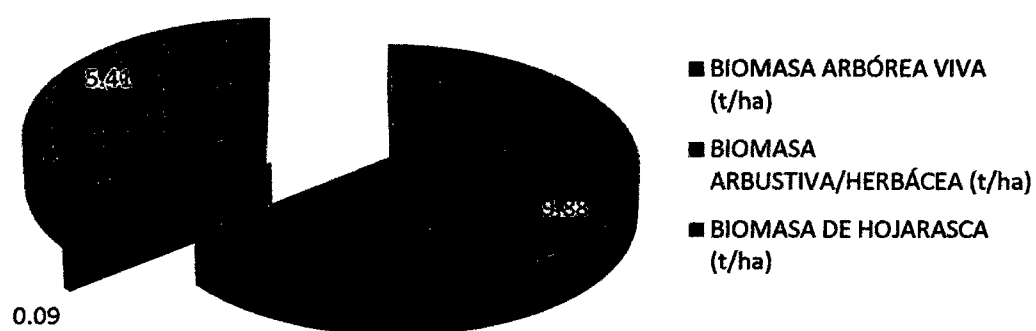


Figura 4. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 2.

Cuadro 6. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 3.

PAR-CELA	TRANSECTO (100 m ²)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁCEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)
P3	1	25.92	0.10	6.57
	2	11.74	0.08	9.26
PROMEDIO		18.83	0.09	7.92

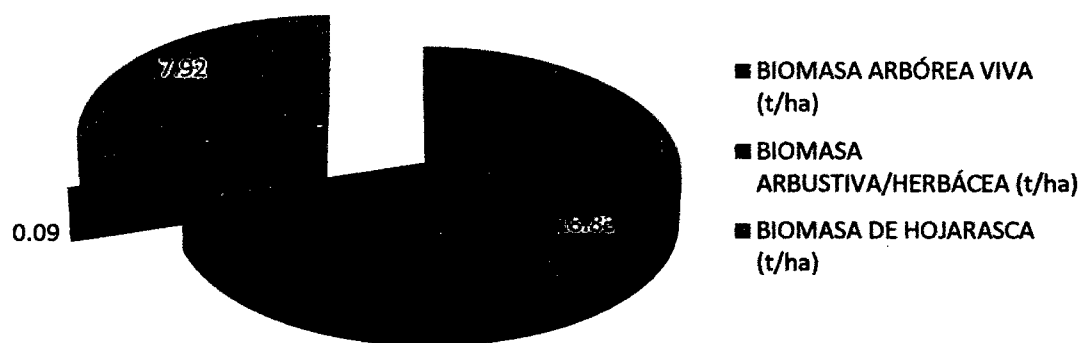


Figura 5. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 3.

Cuadro 7. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 4.

PAR-CELA	TRANSECTO (100 m ²)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁCEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)
P4	1	10.31	0.12	4.55
	2	23.77	0.10	4.15
PROMEDIO		17.04	0.11	4.35

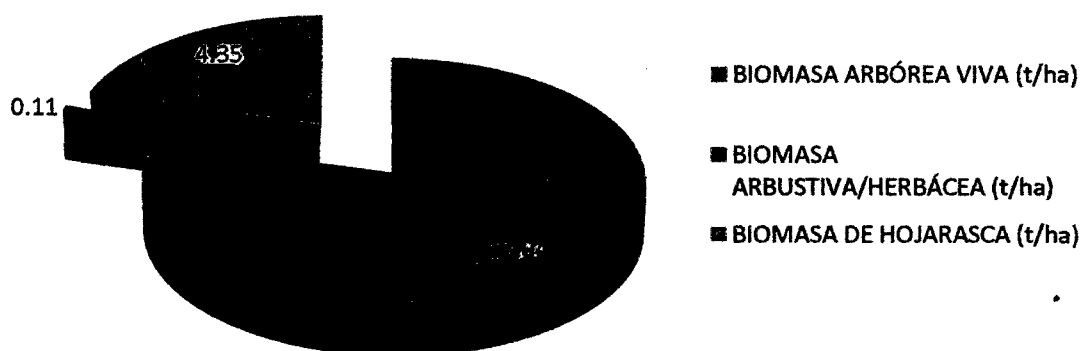


Figura 6. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 4.

Cuadro 8. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 5.

PAR-CELA	TRANSECTO (100 m ²)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁCEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)
P5	1	13.85	0.07	5.45
	2	16.79	0.12	9.12
PROMEDIO		15.32	0.10	7.29

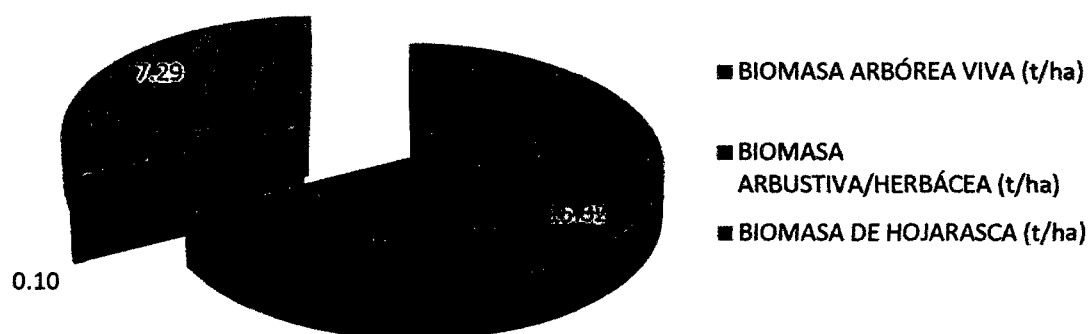


Figura 7. Biomasa vegetal (t/ha) de la parcela 5.

4.2. Biomasa vegetal total (t/ha)

El Cuadro 9 y Figura 8, muestran la biomasa vegetal total de las cinco parcelas evaluadas; siendo la tercera parcela la que presenta mayor biomasa, y la segunda cuenta con menor biomasa respecto a las demás.

Cuadro 9. Biomasa vegetal total (t/ha) en las cinco (05) ha.

PAR-CELA	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha)	BIOMASA ARBUSTIVA/HERBÁ-CEA (t/ha)	BIOMASA DE HOJARASCA (t/ha)	BIOMASA VEGETAL TOTAL (t/ha)
P1	13.86	0.09	5.07	19.02
P2	9.88	0.09	5.41	15.38
P3	18.83	0.09	7.92	26.84
P4	17.04	0.11	4.35	21.50
P5	15.32	0.10	7.29	22.71
SUMA	74.93	0.48	30.04	105.45
PROM EDIO	14.99	0.10	6.01	21.09

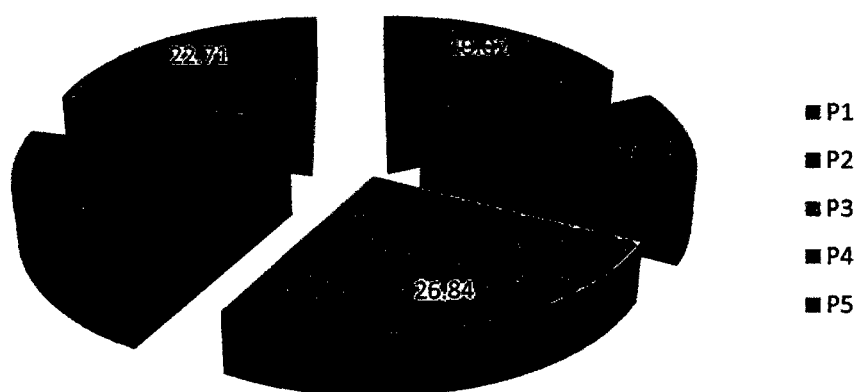


Figura 8. Biomasa vegetal total (t/ha) en las cinco (05) ha.

4.3. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha

El carbono total almacenado en la plantación se muestra en el Cuadro 10 y Figura 9.

Cuadro 10. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha evaluadas.

PARCELA	BIOMASA VEGETAL TOTAL (t/ha)	CONSTANTE	CARBONO ALMACENADO (t/ha)
P1	19.02	0.45	8.56
P2	15.38	0.45	6.92
P3	26.84	0.45	12.08
P4	21.50	0.45	9.68
P5	22.71	0.45	10.22
SUMA	105.45	0.45	47.45
PROMEDIO	21.09	0.45	9.49

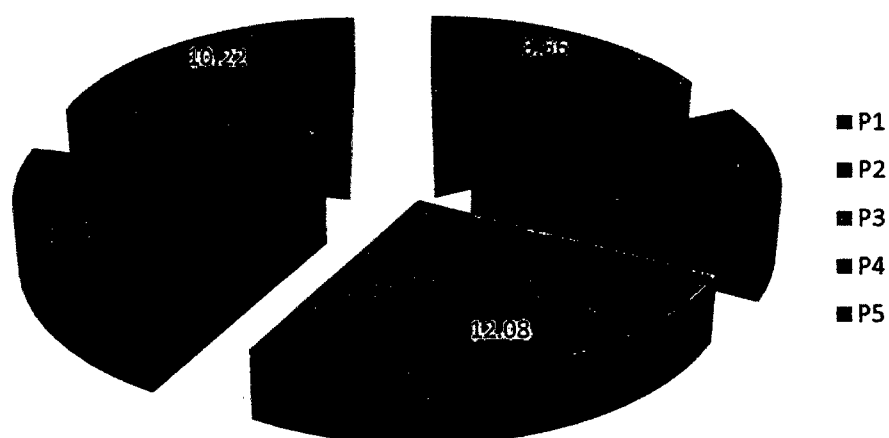


Figura 9. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha evaluadas.

4.4. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha

El promedio del carbono almacenado en las parcelas evaluadas (t/ha), fue inferido en las cinco (05) ha de la plantación.

Cuadro 11. Carbono almacenado (t/ha) en las cinco (05) ha.

PROMEDIO DE CARBONO ALMACENADO/ha (t/ha)	CARBONO ALMACENADO EN LA PARCELA DE CINCO (05) ha (t/5,0ha)
9.49	47.45

V. DISCUSIÓN

La determinación de la biomasa aérea, así como la estimación de carbono almacenado, es de vital importancia en la actualidad, dado que los datos obtenidos van a permitir un mejor manejo de nuestros recursos, teniendo en cuenta que la agricultura migratoria está afectando los bosques de la Amazonía debido al manejo inadecuado de estos sistemas. Según NASI *et al.* (2002), un bosque primario cerrado almacena entre el suelo y vegetación cerca de 250 t de carbono. Si se convirtiera a agricultura migratoria liberaría cerca de 200 t y un poco más si se convirtiera a pastizales o agricultura permanente; los bosques abiertos albergan alrededor de 115 t de carbono y liberarían entre un cuarto y un tercio si se convirtiera en otro uso. DAZA (2008) en su trabajo de tesis desarrollado en bosque secundario de 30 años de edad aproximadamente, en la zona de Pucayacu-Huánuco, estimó una biomasa de 479.45 t/ha en promedio, habiéndose evaluado una gran diversidad de especies de rápido crecimiento donde muchos de los individuos presentaron DAP mayores a 30 cm. Según ARÉVALO *et al.* (2003), en ecosistemas de bosques tropicales la biomasa puede variar entre 150 y 382 t/ha. Asimismo, HERRERA *et al.* (2001) determinaron que bosques secundarios de 20 años de edad contienen 212.429 t/ha de biomasa aérea.

ANAYA (2010) en su trabajo de tesis realizado en el sector La Cadena en Tingo María, Huánuco – Perú, encontró que la biomasa aérea de una plantación de un año de edad es de 2.62 t/ha, mientras que en la plantación de cinco años de edad es de 212.48 t/ha. En este sentido, de acuerdo a lo expresado en el Cuadro 9, los resultados obtenidos en la presente investigación (21.09 t/ha de biomasa aérea) difieren considerablemente con los obtenidos por ANAYA (2010), lo cual evidentemente se debe a que los DAP de

los árboles evaluados en Tingo María son menores pese a tener la misma edad. Esta diferencia en los DAP puede atribuirse a diferencias en las condiciones climáticas y edáficas de ambas zonas. Al respecto ACOSTA *et al.* (2001), afirman que una vez que la vegetación se establece, el incremento de la biomasa dependerá principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas que influirán en la tasa de rendimiento y dependiendo de la capacidad de respuesta que presentan las especies, será la capacidad de crecimiento y por lo tanto de captura de carbono.

Por tanto, la estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos (HERNANDEZ, 2001).

Con respecto a la estimación de carbono aéreo almacenado en bosque secundario de 30 años edad aproximadamente, en la zona de Pucayacu-Huánuco, DAZA (2008) en su trabajo de tesis obtuvo un valor de 215.75 t/ha en promedio, el mismo que se encuentra dentro de lo reportado por ALEGRE *et al.* (2002) en un estudio en sistemas alternativos en el Perú, específicamente en la localidad de Yurimaguas, donde en bosque de 40 años ligeramente desmontado obtuvo 297.56 t/ha; en bosque secundario (15 años de edad) reporta 189,23 t/ha. Mientras que en la localidad de Pucallpa el mismo autor reporta: bosque primario no tocado 161.66 t/ha, bosque primario (extracción selectiva) 191,13 t/ha, bosque secundario (15 años) 126.06 t/ha. LAPEYRE (2003) en su trabajo de tesis estimó 492 t/ha de carbono almacenado en bosque primario, y 235 t/ha en bosque secundario de 50 años. Mientras que CALLAO (2001) en estudios realizados en diferentes sistemas uso de la tierra en la selva del Perú reporta en la localidad de San Agustín: 423.4 t/ha en bosque primario, y 157.3 t/ha en bosque secundario; en la localidad de Previsto reportó: 663 t/ha en bosque primario, y 203 t/ha en bosque secundario; en la localidad de Aguaytía: 311.2 t/ha en bosque primario, y 182.6 t/ha en bosque secundario.

ANAYA (2010) en su trabajo de tesis realizado en el sector La Cadena en Tingo María, Huánuco – Perú, encontró que el carbono almacenado en una plantación de un año de edad fue de 1.18 t/ha. Este resultado es inferior a lo obtenido en la presente investigación, dado que según el Cuadro 10 es de 9.49 t/ha. Al respecto, LAPEYRE *et al.* (2004) y SALGADO (2004) señalan que el potencial de almacenamiento de carbono varía considerablemente dependiendo del tipo de especies, densidad de los árboles clima, condiciones de suelo y manejo silvicultural. Asimismo, ALEGRE *et al.* (2002) demuestran que la captura de carbono depende principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas, además de la capacidad de respuesta que presenten las especies. Por otro lado, CALLO – CONCHA *et al.* (2001) manifiestan que los niveles de carbono presentan una alta dispersión entre zona, debido a la variabilidad innata de los sistemas y del suelo en que se desarrollan.

ARÉVALO *et al.* (2003) sostiene que la cantidad de carbono secuestrado se relaciona con la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por ha la cual está en función a su heterogeneidad y es determinada por las condiciones del suelo y clima.

Por otro lado, LAPEYRE *et al.* (2004) manifiestan que el almacenamiento de carbono en los árboles es variado durante su desarrollo, puesto que está directamente relacionado con su crecimiento; donde aproximadamente el 50 % de la biomasa está formada por carbono.

Investigaciones realizadas por GONZALES (2007) afirman que una plantación de bolaina con pijuayo de 3 años de edad, en la zona de Tulumayo almacena 138.90 t C/ha.

La importancia de investigaciones en carbono almacenado por ecosistemas forestales radica en que permite que el hombre obtenga beneficios económicos adicionales como los servicios ambientales que prestan; los cuales están contemplados en el Protocolo de Kioto, como uno de sus medidas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. ITURREGUI

(1998) sostiene que el conocer la capacidad real de absorción de CO₂ en los diferentes tipos de bosque es de vital importancia, a fin de que la valorización del bosque sea exacta. Por lo tanto, los recursos de biomasa, si son manejados adecuadamente y de manera sostenible, pueden constituir una fuente económica ARÉVALO *et al.* (2003) la que puede ser aprovechada por nuestro país tal como lo ha hecho Costa Rica, valorizando en \$ 10.00 la tonelada de carbono.

VI. CONCLUSIONES

1. La biomasa vegetal aérea de la plantación de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) de un año de edad, en promedio es de 21.09 t/ha.
2. La biomasa vegetal aérea estimada para las cinco (05) ha de la plantación referida, fue de 105.45 t/ha.
3. El carbono aéreo almacenado en la plantación en estudio es en promedio 9.49 t/ha.
4. El carbono aéreo almacenado en el total de la plantación (05 ha), es de 47.45 t/ha.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con este tipo de investigación, evaluando plantaciones de diferentes edades, de tal manera que permita determinar la dinámica real del carbono en la biomasa vegetal y el suelo.
2. Ofertar a mercados privados el servicio de captura de carbono de la plantación en estudio.
3. Realizar estudios comparativos en otras zonas, evaluando diferentes especies forestales que permitan elaborar una propuesta para incentivar la reforestación en la amazonía, con especies que presenten mayor potencial para el secuestro de carbono.
4. Desarrollar ecuaciones alométricas priorizando las especies utilizadas en la reforestación y el manejo de bosques, para que permita obtener cálculos más exactos del carbono almacenado.

VIII. ABSTRACT

The research was developed on Nuevo Edén town, Manu province, Madre de Dios. According to HOLDRIDGE (1987), forest very humid Tropical Sub (bmh - ST) corresponds to the zone of life. The climate is tropical and humid, with 38 maximum temperature of °C and 28 minim of °C, pluvial precipitation that oscillates between 1,500 and 3,000 mm annual and relative humidity annual average near 85%. The altitude is of 186 to 500 m s n m.

The methodology followed as procedures used of ARÉVALO *et al.* (2003).

The results determined showed that the aerial vegetal biomass of the plantation of bolaina blanca (*Guazuma crinita* Martius) of a year of age, was average of 21.09 t/ha. Therefore, the considered aerial vegetal biomass for the five (05) ha of the referred plantation, was of 105.45 t/ha.

With respect to stored aerial carbon in the plantation in study, in average is of 9,49 t/ha. Being considered finally that the stored aerial carbon in the total of the plantation of 05 ha, it is of 47.45 t/ha.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, M., VARGAS, H., VELASQUEZ, M., ETCHEVERS, B. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. 36 p.
- ACOSTA, M., QUEDNOW, K., ETCHEVERS, J., MONREAL, C. 2001. Un método para la medición del carbono almacenado en la parte aérea de sistemas con vegetación natural e inducida en terrenos de ladera en México. INFAP. Colegio de Postgraduados, México. In: Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales (18 al 20 de Octubre, 2001, Valdivia, Chile).
- ALEGRE, J., ARÉVALO, L., RICSE, R. 2002. Reservas de carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia Peruana. ICRAF/INIA. Perú. [En línea]: VIRTUAL CENTRE, (<http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe7.htm>, 11 Oct. 2009).
- ANAYA, K. 2010. Carbono almacenado en plantaciones disetáneas de *Guazuma crinita* Martius "bolaina blanca", en Tingo María - Perú. Tesis para optar el título de Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 74 p.
- ANDINA. 2009. Perú conserva el 90 % de sus bosques amazónicos pese a deforestación. [En línea]: ANDINA, (<http://www.andina.com.pe/espanol/Noticia.aspx?id=9T/VWH7Wa0U>, 13 Nov. 2009).
- ARÉVALO, L., ALEGRE J., PALM, CH. 2003. Manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú.

- Publicación de STC/CGIAR/Ministerio de agricultura. Pucallpa, Perú. 24 p.
- ASB. 1999. Climate Change Working Group Final Report, Phase I. Carbon Sequestration and Trace Gas Emissions in Slash and Burn and Alternative Land Uses in the Humid Tropics. Nairobi, Kenya. 35 p.
- ASB. 2005. Alternatives to Slash and burn in Peru .Summary Report and Synthesis of Phase I. Edited: D Whites, Velarde S., Alegre J., and Tomich T. ASB programme ICRAF. 25 p.
- BALDOCEDA, A. 1993. Diagramas bioclimáticos de la zona Pucallpa y Atalaya. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales, Departamento Académico de Conservación y medio Ambiente. Pucallpa, Perú. 21 p.
- BARBARAN, G. 1998. Determinación de Biomasa y Carbono en los principales usos de la tierra en la zona de Campo Verde. Tesis profesional. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Pucallpa – Perú. Universidad Nacional de Ucayali. Ucayali, Perú. 54 p.
- BOUKHARI, S. 2000. Bosques y clima: Intereses en juego. [En línea]: UNESCO, (<http://www.unesco.org/courier/199912/sp/planete/txt1.htm>, 22 Nov. 2009).
- BRACK, A. y MENDIOLA, C. 2000. Ecología del Perú. [En línea]: Peruecologico, (www.peruecologico.com.pellibc2.htm, 10 de abr. 2007).
- BUENDÍA, B. 1999. Valoración económica del Parque Nacional Tingo María Cueva de las Lechuzas a partir del método de valoración contingente. Tesis Magister Scientiae. Conservación y desarrollo sustentable. Lima, Perú. Universidad Agraria la Molina. 89 p.
- CALLO – CONCHA, D., CRISHNAMURTHY, L., ALEGRE, J. 2001. Cuantificación del carbono secuestrado por algunos SAF y testigos, en

- tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú. Simposio internacional monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales del 18 al 20 de octubre del 2001. Valdivia, Chile. 23 p.
- CASTRO, R. 2005. El Mercado del carbono: Los bosques, la mejor opción. [En línea]: CDM, (www.cdmcentral.com, 15 Nov. 2009).
- CHIDIK, M., MOREYRA A., GRECO C. 2006. Captura de carbono y desarrollo forestal sustentable en la Patagonia Argentina: Sinergias y Desafíos. CENIT-CEPAL-UDESA. LC/BUE/R.255. Buenos Aires, Argentina. 136 p.
- CEIJAS, T. 1999. Almacenamiento de carbono en bosques tropicales Secundarios de la zona de Alexander Von Humboldt – Pucallpa. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Ucayali Pucallpa. Ucayali, Perú. 41 p.
- CIFUENTES, M., JOBSE, J., WATSON, V., KAUFMAN, B. 2004. Determinación de carbono total en suelos de diferentes tipo de uso de tierra a lo largo de una gradiente climática en Costa Rica. Centro Científico Tropical. Costa Rica. p. 7-10.
- COLLAZOS, M. 2004. Determinación de biomasa aérea y estimación de carbono. Práctica pre profesional. Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 54 p.
- CONAM. 1999. Cambio climático y desarrollo sostenible en el Perú; Consejo Nacional del Ambiente. [En línea]: conam, (www.conam.gob.pe/modulos/home/queeselconam.asp, 10 de ene, 2007).
- CONAM. 2006. Primera Comunicación Nacional del Perú para la Convención de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Lima. 25 p.

- CONCHA, J. Y., ALEGRE, J. C., POCOMUCHA, V. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao* L. en el Departamento de San Martín, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú). *Ecología Aplicada*, 6(1,2). 8 p.
- COTO, O., MORERA, L. 2004. Cambio Climático: "Capacidades técnicas existentes y actividades relacionadas con el mecanismo de desarrollo limpio (MDL) en los Países de América Latina y El Caribe". Proyecto: Cambio Climático. OLADE/ACDI/Universidad de Calgary. 182 p.
- DAZA, M. I. 2008. Estimación de carbono aéreo en bosque secundario, Pucayacu, Huánuco. Tesis para optar el título de Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 62 p.
- FAO. 2005. Proyectos forestales de fijación de carbono. [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org/docrep/006/j2053s/j2053s09.html>, 16 Nov. 2009).
- FONAM. 2004. Secuestro de Carbono; Fondo Nacional del Ambiente [En línea]: portalagrario, (www.portalagrario.gob.pe/rmn_f_devida.Shtml, 25 de jul. 2007).
- FONAM. 2007. Portafolio de proyectos peruanos en el mecanismo de desarrollo en limpio. [En línea]: FONAM, (<http://www.fonamperu.org/general/mdl/portafolio.php>, 15 Nov. 2009).
-
- _____ 2006. El Cambio Climático. [En línea]: FONAM, (<http://www.fonamperu.org/general/cambio.asp>, 22 Nov. 2009).
-
- _____ 2005. Boletín C02 Comercio. Dedicado a informar sobre las oportunidades del mercado de carbono. FONAM/CONAM/Embajada de los Países Bajos/. [En línea]: FONAM,

(<http://www.fonamperu.org/general/mdl/documentos/guia%20MDL.pdf>, 22 Nov. 2009).

-
2004. El Mecanismo de Desarrollo Limpio: Guía práctica para desarrolladores de proyectos. PROCLIM - MDL. [En línea]: FONAM, (www.fonamperu.org, 15 Nov. 2009).
- GONZALES, M. M. 2007. Capacidad de captura de carbono en distintos sistemas de uso de la tierra, en el campo experimental de Tulumayo, Leoncio Prado. Tesis para optar el título de Ing. Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 91 p.
- GRANADOS, J. y CORNER, C. 2001. Respuestas de las Selvas Tropicales al incremento de CO₂ en la atmosfera. Revista Forestal Iberoamericana. Yucatán, México. 1(1):1-14.
- HELLER, T., SHUKLA, P. 2003. Development and Climate. Beyond Kyoto: Advancing the International Effort against Climate Change. (Working Draft). Washington: Pew Center. [En línea]: Fundación sustentable, (<http://www.fundacionsustentable.org/contentid-45.html>, 24 Set. 2009).
- HERNANDEZ, L. 2001. Densidad de biomasa aérea en bosques extensos del neotrópico húmedo. México. 115 p.
- HERRERA, M., DEL VALLE, J., ORREGO, S. 2001. Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. 45 p.
- HOLDRIDGE, L. 1974. Ecología de las zonas de vida IICA. San José De Costa rica 216 p.
- ICRAF. 2002. Secuestro de carbono en ecosistemas alternativos en el Perú. Presentación en el IV Congreso Brasileiro de sistemas agroforestales Ilhéus, Bahía 21-26 Octubre 2002.

- INRENA. 2007. Grupo de trabajo institucional de pago por servicios ambientales. [En línea]: psa/inrena, (www.inrena.gob.pe/psa/documentos, 10 de may. del 2007).
- IPCC. 1996. Segunda evaluación Cambio Climático 1995. Informe del Grupo intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Mundial de Meteorología. 71 p.
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Technical Summary. Cambridge: WMO-UNEP. Cambridge University Press. [En línea]: INE, (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/437/arvizu.html>, 22 Nov. 2009).
- IPARRAGUIRRE, L. 2000. Ecología. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima. 34 p.
- ITURREGUI, P. 1998. Importancia de los Bosques en el Tratado de Cambio Climático y el Efecto Invernadero. En: simposio taller Comisión Nacional del Ambiente (4., 1998, Lima, Perú) 1998, Lima Perú, Pacific SA. 116 p.
- JANDI, R. 2001. Medición de tenencias en el tiempo del almacenamiento de carbono del suelo. Centro de Investigación Forestal. Viena, Austria. 48 p.
- KSTATE. 2006. El Carbono orgánico del suelo y el ciclo global del carbono. Kansas State University y Agricultural Experiment Station and Cooperative Extensión Service. Carbon series. Departamento of Agronomy. [En línea]: OZNET, (<http://www.oznet.ksu.edu>, 22 Nov. 2009).
- LAPEYRE, D. 2003. Reservas de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra. Tesis. Profesional. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Ucayali - Pucallpa. Pucallpa, Perú. 60 p.

- LAPEYRE, T. ALEGRE, J., AREVALO, 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*. Volumen 3. Número 1 - 2. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 44 p.
- LOGUERCIO, G. 2005. Cambio Climático: El Rol de los bosques como sumideros de carbono. Secretaría Académica - CIEFAP. [En línea]: CIEFAP, (www.ciefap.org.ar/novedades/notas/nota1/default.html), 15 Nov. 2009).
- LOPEZ, A., SCHLÖNVOIGT, A., IBRAHIM, M., KLEINN, C., KANNINEN, M. 2002. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona atlántica de Costa Rica. *Revista Agroforestería en las Américas*. Costa Rica. 95 p.
- MARQUEZ, T. 2005. Cálculo de Biomasa y Captura de Carbono en cuatro Sistemas Agroforestales Diferentes de Café con Sombra en la Estación Experimental del Instituto de Cultivos Tropicales. Práctica pre profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 60 p.
- NARDONE, G., MONTICO, S. y LOPEZ, G. 1999. Inventario de Gases de efecto invernadero 1997 Cambio del Contenido de Carbono en el suelo por Prácticas agrícolas. Sistema de Comunicaciones nacionales de la República de Argentina. Cuyo, Argentina. 27 p.
- NASI, R., WUNDER, S. y CAMPOS A. 2002. Servicios de los Ecosistemas forestales ¿Podrían ellos pagar para determinar la deforestación?. Costa Rica. Serie técnica/Informe técnico n° 331. 43 p.
- NEUENSCHWANDER, A. 2005. Oportunidades y restricciones para proyectos de forestación campesina en el marco del mecanismo de desarrollo limpio: Análisis de un caso en la VII Región. *El Mercado del carbono*:

- oportunidades para Chile. Prochile, CONAMA, Universidad de Talca. Chile. 45 p.
- NORBERTO, C. 2006. Metodologías para el análisis costo-beneficio de usos del suelo y fijación de carbono en sistemas forestales para el mecanismo de desarrollo limpio. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA/BIRF). Buenos Aires, Argentina. 20 p.
- NOVOA, R., GONZALES, S. y ROJAS, R. 2000. Inventario de Gases con Efecto Invernadero Emitidos por la Actividad Agropecuaria Chilena. Agricultura Técnica. Chile. 154-165 p.
- NOVOA, R., GONZALES, S., ROJA ARVIZU, J., L. 2005. Registro histórico de los principales países emisores. Instituto Nacional de Ecología. [En línea]: INE, (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/437/arvizu.html>, 25 Oct. 2009).
- ONERN. 1978. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Pucallpa-Abujao. República del Perú. Oficina de evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú. 55 p.
- ORDOÑEZ, A. 1999. Captura de Carbono en un Bosque Templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. Instituto Nacional de Ecología – SEMARNAP. Michoacan, México D. F. 72 p.
- SALGADO, L. 2004. El Mecanismo de desarrollo limpio en actividades de uso de la tierra, cambio de uso y forestería (LULUCF) y su potencial en la Región Latinoamericana. División de desarrollo sostenible y asentamientos humanos. CEPAL - SERIE Medio ambiente y desarrollo. Santiago de Chile. 84 p.
- ULLOA, G. 2006. Protocolo de Kyoto y el Mecanismo de desarrollo limpio en Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Bolivia. 46 p.

- UNEP. y GEMS. (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo y sistema mundial de vigilancia del medio ambiente). 1992. Los Gases que Producen el Efecto Invernadero (cambio climático global). Sánchez-Velez A., Gerón D., X. traductores. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 41 p.
- UNFCCC. 2004. Designated Operational Entity (DOE). [En línea]: CDM, (<http://cdm.unfccc.int/DOE/list>, 21 Oct. 2009).
- UNFCCC. 1998. El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Unidas sobre el cambio climático. PNUMA. [En línea]: UNFCCC, (<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>, 10 Oct. 2009).
- VIDAL, M. 2007. Si perdemos los bosques, perdemos la lucha contra el cambio climático": La Deforestación es la segunda causa de emisiones de CO2, por encima del transporte. Londres. [En línea]: GLOBAL CANOPY, (<http://www.globalcanopy.org/vivocarbon/ForestsFirst.pdf>, 15 Nov. 2009).

ANEXO

Anexo 1. DETERMINACIÓN DE BIOMASA ARBÓREA VIVA/PARCELA

PARCELA	TRANSECTO (100 m ²)	Nº DE ÁRBOLES	ESPECIE	DAP (cm)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/árbol)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA PROMEDIO/TRANSECTO (t/ha)
P1	1	1	Bolaina	4.4	5.0	110.67	11.07	13.85
		2	Bolaina	7.0	16.3			
		3	Bolaina	8.3	25.0			
		4	Bolaina	7.3	18.1			
		5	Bolaina	5.2	7.7			
		6	Bolaina	6.2	12.0			
		7	Bolaina	8.5	26.6			
	2	1	Bolaina	6.1	11.5	166.42	16.64	
		2	Bolaina	3.2	2.2			
		3	Bolaina	6.3	12.5			
		4	Bolaina	7.2	17.5			
		5	Bolaina	11.8	61.0			
		6	Bolaina	8.0	22.8			
		7	Bolaina	8.5	26.6			
		8	Bolaina	3.2	2.2			
		9	Bolaina	5.8	10.1			

PARCELA	TRANSECTO (100 m ²)	Nº DE ÁRBOLES	ESPECIE	DAP (cm)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/árbol)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA PROMEDIO/TRANSECTO (t/ha)
P2	1	1	Bolaina	6.0	11.0	165.26	16.53	9.88
		2	Bolaina	6.0	11.0			
		3	Bolaina	8.0	22.8			
		4	Bolaina	6.5	13.5			
		5	Bolaina	4.9	6.6			
		6	Bolaina	8.8	29.0			
		7	Bolaina	9.7	37.1			
		8	Bolaina	6.4	13.0			
		9	Bolaina	4.5	5.3			
		10	Bolaina	4.9	6.6			
		11	Bolaina	5.6	9.3			
	2	1	Bolaina	3.0	1.9	32.35	3.23	
		2	Bolaina	2.5	1.2			
		3	Bolaina	3.6	3.0			
		4	Bolaina	2.6	1.3			
		5	Bolaina	2.9	1.8			
		6	Bolaina	7.1	16.9			
		7	Bolaina	4.8	6.3			

PARCELA	TRANSECTO (100 m ²)	N° DE ÁRBOLES	ESPECIE	DAP (cm)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/árbol)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA PROMEDIO/TRANSECTO (t/ha)
P3	1	1	Bolaina	3.7	3.2	259.22	25.92	18.83
		2	Bolaina	5.4	8.4			
		3	Bolaina	7.8	21.4			
		4	Bolaina	7.9	21.7			
		5	Bolaina	7.8	21.1			
		6	Bolaina	8.9	29.5			
		7	Bolaina	6.8	15.1			
		8	Bolaina	8.5	26.2			
		9	Bolaina	10.6	46.5			
		10	Bolaina	5.1	7.3			
		11	Bolaina	6.4	12.7			
		12	Bolaina	5.5	8.8			
		13	Bolaina	5.7	9.7			
		14	Bolaina	8.2	23.9			
		15	Bolaina	2.5	1.2			
		16	Bolaina	3.3	2.4			
	2	1	Bolaina	4.9	6.6	117.35	11.74	
		2	Bolaina	5.2	7.7			
		3	Bolaina	5.9	10.6			
		4	Bolaina	5.9	10.3			
		5	Bolaina	4.4	5.0			
		6	Bolaina	5.2	7.5			
		7	Bolaina	7.2	17.2			
		8	Bolaina	6.9	15.4			
		9	Bolaina	8.6	27.0			
		10	Bolaina	5.8	10.1			

PARCELA	TRANSECTO (100 m ²)	N° DE ÁRBOLES	ESPECIE	DAP (cm)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/árbol)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA PROMEDIO/TRANSECTO (t/ha)
P4	1	1	Bolaina	5.5	8.8	103.11	10.31	17.04
		2	Bolaina	5.4	8.2			
		3	Bolaina	3.8	3.5			
		4	Bolaina	4.5	5.3			
		5	Bolaina	2.9	1.8			
		6	Bolaina	4.1	4.2			
		7	Bolaina	5.0	6.8			
		8	Bolaina	6.0	11.0			
		9	Bolaina	5.6	9.3			
		10	Bolaina	7.7	20.7			
		11	Bolaina	6.1	11.5			
		12	Bolaina	5.1	7.3			
		13	Bolaina	4.3	4.7			
	2	1	Bolaina	10.0	40.1	237.66	23.77	
		2	Bolaina	4.8	6.3			
		3	Bolaina	8.0	22.5			
		4	Bolaina	9.3	32.9			
		5	Bolaina	8.6	27.4			
		6	Bolaina	8.6	27.4			
		7	Bolaina	9.1	31.6			
		8	Bolaina	6.5	13.5			
		9	Bolaina	3.2	2.2			
		10	Bolaina	9.4	33.8			

PARCELA	TRANSECTO (100 m ²)	N° DE ÁRBOLES	ESPECIE	DAP (cm)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/árbol)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (kg/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA (t/ha/transecto)	BIOMASA ARBÓREA VIVA PROMEDIO/TRANSECTO (t/ha)
P5	1	1	Bolaina	8.5	26.6	138.45	13.85	15.32
		2	Bolaina	5.7	9.7			
		3	Bolaina	8.9	29.5			
		4	Bolaina	6.7	14.3			
		5	Bolaina	6.8	15.1			
		6	Bolaina	4.9	6.6			
		7	Bolaina	6.9	15.7			
		8	Bolaina	4.2	4.5			
		9	Bolaina	4.4	5.0			
		10	Bolaina	5.4	8.4			
		11	Bolaina	3.7	3.1			
	2	1	Bolaina	5.6	9.3	167.90	16.79	
		2	Bolaina	4.5	5.3			
		3	Bolaina	5.6	9.3			
		4	Bolaina	3.3	2.3			
		5	Bolaina	5.7	9.5			
		6	Bolaina	4.0	3.9			
		7	Bolaina	4.5	5.3			
		8	Bolaina	8.2	23.9			
		9	Bolaina	7.5	19.4			
		10	Bolaina	6.7	14.3			
		11	Bolaina	8.2	24.3			
12	Bolaina	10.1	41.1					

Anexo 2. DETERMINACIÓN DE BIOMASA DEL COMPONENTE ARBUSTIVO/HERBÁCEO

PARCEL A	TRANSECT O (100 m2)	MUESTR A (1 m2)	PESO FRESCO TOTAL (gr)	PESO FRESCO MUESTR A (gr)	PESO SECO MUESTR A (gr)	BIOMASA/MUESTR A (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/MUESTR A/TRANSECT O (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/TRANSECTO/PARCEL A (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/PARCEL A (t/ha)
P1	1	M1	35.07	35.07	11.10	0.11	0.10	0.09	0.09
		M2	29.08	29.08	9.20	0.09			
	2	M1	24.10	24.10	6.64	0.07	0.07		
		M2	25.07	25.07	7.70	0.08			
P2	1	M1	24.07	24.07	6.56	0.07	0.08	0.08	
		M2	33.06	33.06	9.36	0.09			
	2	M1	34.05	34.05	7.62	0.08	0.09		
		M2	33.04	33.04	9.65	0.10			
P3	1	M1	35.07	35.07	11.49	0.11	0,10	0.09	
		M2	29.08	29.08	9.24	0.09			
	2	M1	21.10	21.10	8.75	0.09	0.08		
		M2	22.07	22.07	7.30	0.07			
P4	1	M1	24.07	24.07	10.22	0.10	0.12	0.11	
		M2	43.06	43.06	13.13	0,13			
	2	M1	34.05	34.05	11.96	0.12	0.10		
		M2	23.04	23.04	8.41	0.08			
P5	1	M1	25.07	25.07	7.36	0.07	0.07	0.10	
		M2	35.05	35.05	7.13	0.07			
	2	M1	37.06	37.06	12.00	0.12	0.12		
		M2	39.05	39.05	12.85	0.13			

Anexo 3. DETERMINACIÓN DE BIOMASA DE HOJARASCA

PARCEL A	TRANSECT O (100 m2)	MUESTR A (0.25 m2)	PESO FRESCO O TOTAL (gr)	PESO FRESCO MUESTR A (gr)	PESO SECO MUESTR A (gr)	BIOMASA/MUESTR A (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/MUESTR A/TRANSECT O (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/TRANSECTO/PARCEL A (t/ha)	BIOMASA PROMEDIO/PARCEL A (t/ha)
P1	1	M1	108.68	100.00	59.10	2.57	5.09	5.06	6.00
		M2	364.89	100.00	52.20	7.62			
	2	M1	139.12	100.00	71.64	3.99	5.04		
		M2	294.18	100.00	51.70	6.08			
P2	1	M1	357.35	100.00	60.56	8.66	6.21	5.41	
		M2	146.10	100.00	64.36	3.76			
	2	M1	250.30	100.00	53.62	5.37	4.61		
		M2	130.80	100.00	73.65	3.85			
P3	1	M1	178.50	100.00	53.49	3.82	6.57	7.92	
		M2	301.52	100.00	77.24	9.32			
	2	M1	637.39	100.00	53.75	13.71	9.26		
		M2	222.03	100.00	54.30	4.82			
P4	1	M1	231.14	100.00	65.22	6.03	4.55	4.35	
		M2	127.42	100.00	60.13	3.06			
	2	M1	243.53	100.00	57.96	5.65	4.15		
		M2	159.67	100.00	41.41	2.64			
P5	1	M1	355.82	100.00	52.36	7.45	5.45	7.28	
		M2	190.58	100.00	45.13	3.44			
	2	M1	558.18	100.00	61.00	13.62	9.12		
		M2	269.58	100.00	42.85	4.62			

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO
Calle Tigre N° 127

Teléfonos: 222271 - 224891 - 224181 - 254398

• CIUDAD UNIVERSITARIA

Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228661 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL

Plaza de Armas s/n
Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA

Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTUNATO L. HERRERA"

Av. De la Cultura N° 721

"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS DEL CENTRO DE INVESTIGACION EN SUELOS Y ABONOS DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

Tipo de análisis : ANALISIS DE FERTILIDAD:

Procedencia de la muestra : FUNDO POBLACION ITAHUANIA MANU-MADRE DE DIOS.

Número de muestra : 10

Institución solicitante : RENUEDO SAL.

ANALISIS DE FERTILIDAD:

N.V.O. EDEN.

N°	CLAVE	pH	C.E. Mmhos/cm	M.O. %	N Tot %	P ₂ O ₅ ppm	K ₂ O ppm
01.-	C1-M1	5.50		4.38	0.21	2.1	98
02.-	C1-M2	5.10		4.48	0.22	3.5	85
03.-	C1-M3	5.30		4.93	0.25	3.1	97
04.-	C1-M4	5.40		4.46	0.22	1.4	86
05.-	C1-M5	5.10		4.00	0.20	4.9	175
06.-	C2-M1	5.20		3.98	0.19	2.8	225

ANALISIS MECANICO:

N°	CLAVE	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	CLASE TEXTURAL

Cusco - K'ayra, 23 de NOVIEMBRE del 20.09

Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco
Facultad de Agronomía y Zootecnia
Centro de Investigación en Suelos

Ingeniero Arcadio Calderón Gá.
DIRECTOR

Sr. FAUSTO YAPURA CONDORI
LABORATORISTA

Anexo 6. GALERÍA DE FOTOS DEL PROCESO



Foto 1. Delimitación del área en estudio.



Foto 2. Medición de altura de los árboles.



Foto 3. Medición del DAP de los árboles.



Foto 4. Toma de datos.



Foto 5. Codificación de los árboles en función a la parcela.