



UNAP

**Facultad de
Ciencias Forestales**

ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES

TESIS

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO₂ EN DOS TIPOS DE
BOSQUE EN EL DISTRITO DE URARINAS, LORETO-PERÚ-2016**

Tesis para optar el título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales

Autora

GRIMILDA ROSA GENESIS RIOFRIO GARAY

Iquitos - Perú

2017



ACTA DE SUSTENTACIÓN

DE TESIS Nº 761

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos para evaluar la Sustentación de tesis presentado por la Bachiller **GRIMILDA GENESIS RIOFRIO GARAY**, titulada: "**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SECUESTRO DE CO₂ EN DOS TIPOS DE BOSQUE EN EL DISTRITO DE URARINAS, LORETO- PERÚ - 2016**", formuladas las observaciones y analizadas las respuestas,

la declaramos:


Con el calificativo de:

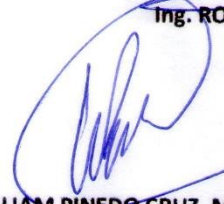
En consecuencia queda en condición de ser calificada:

Y, recibir el Título de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.


*APROBADO
MUY BUEN
APTO*

Iquitos, 07 de enero 2017


Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.
Presidente


Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, M, Sc.
Miembro


Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE
Miembro


Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

TESIS

“Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas, Loreto-Perú-2016”

(Aprobado el 07 de Enero del 2017 según Acta de Sustentación N° 761)

MIEMBROS DEL JURADO

Ing. RONALD MANUEL PANDURO TEJADA, Dr.

Presidente

CIP N° 35493

Ing. WILIAN PINEDO CRUZ, M.Sc.

Miembro

CIP N° 19630

Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.Sc.

Miembro

CIP N° 172011

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

Asesor

CIP N° 45725

DEDICATORIA

La concepción de esta tesis está dedicada a mis padres **Norma Sorina Garay Montes y Miguel Alberto Riofrio Vela**, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que soy hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

También dedico este trabajo a mis hermanos

Alondra Sorina Riofrio Garay,

Miguel Alberto Riofrio Garay y

José Esteño Riofrio Garay, por el gran

amor que les tengo y por todas las cosas

que hemos pasado juntos.

A mi Abuelita **Rosa Hilmer Montes Panduro**

con mucho amor y cariño le dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

A mi prima **Lary Cachique Fasabi**, que siempre me ha brindado su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

- **A mi Señor y Salvador JESUCRISTO:** Por haberme dado la oportunidad de existir y seguir existiendo para poder cumplir todas mis metas.
- **A mis Padres:** Por haberme dado la vida y apoyarme en todo momento a lo largo de toda mi formación profesional.
- Y a todas las personas que de una u otra manera han contribuido en un feliz término del presente trabajo de investigación.

INDICE

N°	Descripción	Pág.
	DEDICATORIA	
	AGRADECIMIENTO	
	ÍNDICE	i
	LISTA DE CUADROS	iv
	LISTA DE FIGURAS	v
	RESUMEN	vi
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	EL PROBLEMA	2
	2.1. Descripción del problema	2
	2.2. Definición del problema	3
III.	HIPOTESIS	4
	3.1. Hipótesis de la investigación	4
IV.	OBJETIVOS	5
	4.1. Objetivo general	5
	4.2. Objetivos específicos	5
V.	VARIABLES	6
	5.1. Variables, indicadores e índices	6
	5.2. Operacionalidad de las variables	6
VI.	REVISIÓN DE LITERATURA	7
	6.1. Antecedentes	7
	6.1.1. Estudios realizados sobre biomasa y carbono	7

6.1.2. Carbono almacenado en plantaciones	11
6.1.3. La función de los ecosistemas boscosos en el ciclo global del carbono	12
6.1.4. Métodos para estimar biomasa y carbono almacenado	13
6.1.5. Modelos alométricos para estimar biomasa	14
6.1.6. Valorización económica de almacenamiento de carbono	16
6.2. Marco teórico	17
6.2.1. Biomasa y carbono de la vegetación	17
6.2.2. Modelos alométricos para estimar biomasa	20
6.2.3. Valoración económica	22
VII. MARCO CONCEPTUAL	23
VIII. MATERIALES Y MÉTODO	25
8.1. Lugar de ejecución	25
8.2. Materiales y equipo	28
8.3. Método	28
8.3.1. Tipo y nivel de investigación	28
8.3.2. Población y muestra	28
8.3.3. Procedimiento	28
8.3.4. Registro de la composición florística	30
8.3.5. Estimación de la biomasa total en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado	31
8.3.6. Estimación del carbono almacenado en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado	32
8.3.7. Secuestro de dióxido de carbono	33

8.3.8. Estimación del valor económico del CO ₂ secuestrado	33
9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
9.5. Técnica de presentación de resultados	34
IX. RESULTADOS	35
9.1. Estimación de la biomasa total por tipo de bosque del área de estudio	35
9.1.1. Bosque de terraza baja con drenaje muy pobre	35
9.1.2. Bosque de terraza baja con drenaje moderado	36
9.2. Stock de carbono por tipo de bosque del área de estudio	37
9.2.1. Bosque de terraza baja con drenaje muy pobre	37
9.2.2. Bosque de terraza baja con drenaje moderado	39
9.3. Secuestro de CO ₂ de los bosques del área de estudio	40
9.4. Valor económico del CO ₂ almacenado en los bosques del área de estudio	41
X. DISCUSIÓN	43
10.1. Biomasa total por tipo de bosque de la zona evaluada	43
10.2. Estimación del stock de carbono por tipo de bosque de la zona evaluada	45
10.3. Secuestro de CO ₂ de los bosques de la zona evaluada	47
10.4. Valoración económica del CO ₂ almacenado en los bosques de la zona evaluada	49
XI. CONCLUSIONES	52
XII. RECOMENDACIONES	53
XIII. BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXO	63

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Operacionalidad de las variables	6
2.	Precios de mercado del servicio de CO ₂ para setiembre del 2016	34
3.	Estimación de la biomasa total del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre	35
4.	Estimación de la biomasa total del bosque de terraza baja con drenaje moderado	37
5.	Stock de carbono del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre	38
6.	Stock de carbono del bosque de terraza baja con drenaje moderado	39
7.	Secuestro de CO ₂ de los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado	40
8.	Valor económico del CO ₂ almacenado en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado	41

LISTA DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Imagen de satélite Landsat TM del área de trabajo a escala 1:100 000 del año 2014	29

RESUMEN

El estudio se realizó en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas, provincia de Maynas, región Loreto. El objetivo fue estimar la biomasa total, el stock de carbono y valorar económicamente el secuestro CO₂ en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado.

El bosque de terraza baja con drenaje muy pobre, reporta para las 25 especies que obtuvieron la mayor cantidad de biomasa 78,52 t/ha que representa el 80,43% del total; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje pobre muestra 53,65 t/ha que constituye el 81,07%. Las 25 especies que muestran el más alto stock de carbono por tipo de bosque con 39,10 tC/ha (80,42%) le corresponde al bosque de terraza baja con drenaje muy pobre y 26,72 tC/ha (81,07%) le pertenece al bosque de terraza baja con drenaje moderado. Las 25 especies que presentan el mayor secuestro de CO₂ por tipo de bosque con 143,34 tCO₂/ha (80,43%) le concierne al bosque de terraza baja con drenaje muy pobre; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado exhibe 97,95 tCO₂/ha (81,06%). El bosque de terraza baja con drenaje muy pobre muestra para las 25 especies el más alto valor económico de secuestro de CO₂ con 520,88 US\$/ha, que representa el 62,14% del total y el bosque de terraza baja con drenaje moderado luce 337,88 US\$/ha que constituye el 62,14%. Se acepta la hipótesis en el sentido de que el valor económico del secuestro de CO₂ varía en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado.

Palabras claves: Biomasa, carbono almacenado, secuestro de CO₂ y valor económico.

I. INTRODUCCIÓN

Valorar las áreas boscosas como una fuente de almacenamiento de carbono y poder acceder a mercados internacionales para la venta de bonos de carbono a países industrializados, que están comprometidos con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, resultaría muy beneficioso tanto ecológica como económicamente a nuestra región.

Teniendo en cuenta la importancia que hoy en día constituyen los ecosistemas forestales, lo cual es una actividad que actualmente está reviviendo un gran interés en el mercado mundial, se debería implementar la venta de los bonos de carbono, que es una actividad que genera ingresos directos a los propietarios de bosque y con esto se mejoraría su calidad de vida.

La valoración económica del servicio de captura de carbono en los diferentes tipos de bosque, resulta ser una herramienta clave para la protección y uso sustentable de la misma; además la estimación de la producción de biomasa aérea y radicular y su distribución en los compartimientos del árbol es de gran importancia para los diferentes tipos de bosque ya que pueden ser clasificados por su capacidad de producción para un mejor manejo (Zamora, 2003).

En nuestro país y específicamente en nuestra región son muy escasas las investigaciones referidas a la cuantificación de la biomasa y carbono en nuestros bosques a pesar de su gran relevancia que implica en la actualidad, por tal situación en el presente estudio se proyecta estimar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea y radicular con la finalidad de conocer la cantidad de carbono atmosférico almacenado en estos dos tipos de bosque que contribuyen a la mitigación del cambio climático.

II. EL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

El cambio climático es un tema del que se comenta con mucha frecuencia en la actualidad. Una gran cantidad de instituciones científicas, universidades, gobiernos y otras entidades se preocupan por este fenómeno debido a que el cambio que se está experimentando afecta no solo las dinámicas propias de los ecosistemas sino también las dinámicas de las poblaciones humanas (Wei *et al.* 2012).

Una de las alternativas de solución o mitigación de este problema de aumento en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera proviene del conocimiento del ciclo del carbono. De ahí la importancia de los inventarios forestales en la valorización de este recurso.

Los bosques constituyen uno de los principales reservorios de carbono almacenado en el suelo, así como en la biomasa aérea viva y muerta. Por lo tanto, en términos de la mitigación del cambio climático, es importante determinar la capacidad de un sistema boscoso para fijar carbono en todos sus componentes; que actualmente se constituye en un problema en nuestra región por la insuficiente información de biomasa que generan nuestros bosques, el cual juega un papel clave en el manejo forestal sustentable y en la determinación de los almacenes de carbono forestal.

El insuficiente conocimiento sobre el valor económico de los servicios que los bosques naturales proveen a la sociedad, es una de los problemas que se debe tener en cuenta; sin embargo, la retribución a la conservación de este recurso es difícilmente recompensado.

2.2. Definición del problema

¿Cuánto será el valor económico del secuestro de CO₂ en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas, Loreto-Perú-2016?

III. HIPOTESIS

3.1. Hipótesis de la investigación

El valor económico del secuestro de CO₂ varía en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas, Loreto, Perú.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Valorar económicamente el secuestro de CO₂ en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas, Loreto, Perú.

4.2. Objetivos específicos

- Estimar la biomasa total en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas.
- Estimar el stock de carbono en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas.
- Estimar el valor económico del CO₂ almacenado en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado en el distrito de Urarinas.

V. VARIABLES

5.1. Variables, indicadores e índices

En este estudio se planteó como variable independiente al tipo de bosque, siendo los indicadores la biomasa aérea, biomasa radicular, carbono total y secuestro de CO₂, los cuales tuvieron como indicadores a toneladas/ha y toneladas de carbono/ha. Asimismo, la variable dependiente estuvo representada por la valoración económica, teniendo como indicador al valor económico del CO₂, cuyo índice fue dólares por toneladas de carbono/ha.

5.2. Operacionalidad de las variables

En el cuadro 1 se presenta la operacionalidad de las variables que se tuvo en cuenta en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Cuadro 1. Operacionalidad de las variables

Variables	Indicadores	Índices
a. Independiente		
• Tipo de bosque		
- Terraza baja con drenaje muy pobre	Biomasa aérea	t/ha
	Biomasa radicular	t/ha
- Terraza baja con drenaje moderado	Carbono total	tC/ha
	Secuestro de CO ₂	tC/ha
b. Dependiente		
• Valoración económica	Valor económico del CO ₂	US \$/tCO ₂ /ha

VI. REVISIÓN DE LITERATURA

6.1. Antecedentes

6.1.1. Estudios realizados sobre biomasa y carbono

Del Castillo (2015), indica para un estudio sobre cuantificación de la biomasa aérea del Arboretum “el Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra que las 25 especies del bosque de terraza media que reportan los mayores valores de biomasa aérea total según el modelo alométrico sugerido por Brown *et al.* (1989), asciende a 120,78 t/ha que representa el 91,51% de un total de 131,99 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Eschweilera rufifolia* “machimango” (39,58 t/ha), *Pouteria guianensis* “quinilla” (8,17 t/ha), *Tachigali poeppigiana* “tangarana” 7,90 t/ha), *Pourouma tomentosa* “sacha uvilla” (7,30 t/ha) y *Ormosia amazonica* “huayruro colorado” (6,38 t/ha) y menores valores reportan las especies *Inga alba* “shimbillo” (1,18 t/ha) y *Tapirira guianensis* “huira caspi” (1,10 t/ha).

El mismo autor asevera que las 25 especies que alcanzaron los más altos valores de biomasa aérea total según el modelo alométrico sugerido por Higuchi y Carvalho (1994), asciende a 0,12 t/ha que representa el 88,89% de un total de 0,135 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Eschweilera rufifolia* “machimango” (0,03361 t/ha), *Pourouma tomentosa* “sacha uvilla” (0,01018 t/ha), *Parkia nitida* “pashaco” (0,00956 t/ha), *Tachigali poeppigiana* “tangarana” (0,00904 t/ha) y *Osteophloeum plastyspermum* “cumala blanca” (0,00651 t/ha) y menores valores adquirieron las especies *Tetrameranthus pachycarpus* “carahuasca” (0,00125 t/ha) y *Swartzia arborescens* “sacha cumaceba” (0,00120 t/ha). Asimismo, las 25 especies que obtuvieron los más altos valores de biomasa aérea total según el modelo alométrico sugerido por Chave *et al.* (2005), asciende

a 3,330 t/ha que representa el 87,17% de un total de 3,820 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Eschweilera rufifolia* “machimango” (1,201 t/ha), *Pouteria guianensis* “quinilla” (0,247 t/ha), *Pourouma tomentosa* “sacha uvilla” (0,188 t/ha), *Tachigali poeppigiana* “tangarana” (0,175 t/ha) y *Protium guianense* “copal” (0,136 t/ha) y menores valores alcanzaron las especies *Guatteria multivenia* “espintana” y *Pseudolmedia laevis* “chimicua” con 0,033 t/ha cada una respectivamente.

Sosa (2015), revela para un estudio sobre valoración económica del secuestro de CO₂ en tres tipos de bosque en el distrito del alto Nanay que las 25 especies del bosque de terraza baja que reportan los mayores valores de biomasa total, asciende a 177,82 t/ha que representa el 82,33% de un total de 215,97 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Inga ingoides* “shimbillo” (24,76 t/ha), *Tachigali paniculata* “tangarana” (24,13 t/ha), *Eschweilera parvifolia* “machimango negro” (18,50 t/ha), *Pouteria pubescens* “caimitillo” (12,35 t/ha) y *Pouteria procera* “quinilla” (11,97 t/ha) y menores valores muestran las especies *Miconia amazónica* “rifari” (2,45 t/ha), *Vismia baccifera* “pichirina” (2,43 t/ha) y *Hymenaea oblongifolia* “azúcar huayo” (2,41 t/ha).

Frias (2015), indica para un estudio sobre biomasa total y stock de carbono en tres tipos de bosque en la cuenca media del río Arabela, que las 25 especies del bosque de terraza baja que reportan los mayores valores de biomasa total asciende a 169,49 t/ha que representa el 88,33% de un total de 191,88 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Eschweilera bracteosa* “machimango negro” (32,90 t/ha), *Dipterix odorata* “charapilla” (19,27 t/ha), *Buchenavia amazonia* “yacushapana” (14,99 t/ha), *Guatteria elata* “carahuasca” (14,44 t/ha) y *Licania octandra* “parinarillo” (10,81 t/ha) y menores valores

muestran las especies *Cariniana decandra* “papelillo” (2,12 t/ha), *Castilla ulei* “caucho” (2,03 t/ha) y *Helicostylis tomentosa* “misho chaqui” (1,80 t/ha); mientras que las 25 especies del bosque de terraza alta que reportan los más altos valores asciende a 141, 67 t/ha que representa el 66,29% de un total de 213,72 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Pouteria guianensis* “caimitillo” (18,60 t/ha), *Eschweilera bracteosa* “machimango negro” (13,06 t/ha), *Parkia igneiflora* “pashaco” (13,02 t/ha), *Inga* sp “shimbillo” (11,45 t/ha) y *Couepia bracteosa* “parinari” (9,79 t/ha) y menores valores muestran las especies *Vochysia vismiifolia* “quillosa” (2,46 t/ha), *Ocotea* sp “moena” (2,35 t/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (2,22 t/ha).

Chacón *et al.* (2007), comprobaron que la biomasa aérea o biomasa seca total del bosque secundario en estudio era de $99,9 \pm 15,7$ t/ha. Esta biomasa se distribuyó en cada estrato de la vegetación de la siguiente manera: $0,1 \pm 0,02$ t/ha en el mantillo, $1,5 \pm 0,3$ t/ha en las herbáceas, $2,9 \pm 0,5$ t/ha en las lianas, $5,6 \pm 1,0$ t/ha en el sotobosque, $5,8 \pm 1,5$ t/ha en los latizales y $84,0 \pm 15,8$ t/ha en los fustales. Los latizales presentaron una tasa de crecimiento en biomasa de 0,4 t/ha por año, y los fustales de 5,6 t/ha por año.

Vidal *et al.* (2002), ejecutaron un estudio sobre la estimación de biomasa en ramas y follaje en bosques naturales de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Cuba, donde estimaron la cantidad de biomasa mediante modelos alométricos con un total de 169 árboles. Los resultados obtenidos indican que el DAP explica el mayor porcentaje de la variabilidad de los datos y está más correlacionado con la cantidad de biomasa de ramas y follaje en árboles con un DAP máximo de 47 cm (65 kg de biomasa en follaje y 110 kg en ramas). A pesar de que la altura total estuvo relacionada con las variables de follaje y ramas, su aporte a los modelos

probados no fue significativo. Asimismo, también evaluaron la biomasa de copa para árboles en pies de *Pinus tropicalis morelet* de Pinar del Río, considerando en total 191 árboles para tal fin tomaron información del diámetro normal y la altura total. Mencionan que en todos los casos estudiados el peso foliar y el peso de las ramas aumentan de forma directamente proporcional al diámetro normal de los árboles, determinaron que la variable independiente más eficiente para la estimación en pie del peso de la biomasa de copa (foliar y ramas) de la especies estudiadas fue el diámetro normal.

Lino (2009), manifiesta para un estudio en bosques maduros de la Amazonía, que el incremento de la biomasa es equivalente a una captación neta de $0,62 \pm 0,37$ t/ha/año de carbono. Mientras que Brown (1997), dice que en la Amazonía brasileña la biomasa representa 315 t/ha, mientras que en Ecuador, Perú y Bolivia se registraron valores de 182 t/ha, 210 t/ha y 230 t/ha, para la biomasa sobre la superficie.

En un estudio sobre evaluación de carbono en bosques sin intervenir en la cuenca del río Nanay, se reportaron valores que oscilan entre 13 208,32 t/ha en varillales y 452,38 t/ha en aguajales, para la biomasa sobre la superficie y para carbono 104,03 t/ha en varillales y 226,19 t/ha en aguajales (IIAP 2002 citado por Lino, 2009). Dado al mayor volumen de biomasa de los bosques tropicales, destacamos su especial aptitud como sumidero de carbono, pues los bosques amazónicos mantienen entre 155 y 187 t/ha; 34 veces más en promedio, que las tierras dedicadas a la agricultura (Lino, 2009).

Rodríguez *et al.* (2006), en un estudio sobre cuantificación de carbono almacenado en los bosques de niebla de la Reserva de la Biosfera “El Cielo”, en Tamaulipas, México; utilizando modelos no lineales revelan que la especie

Liquidambar styraciflua “estoraque” aportó más de 28,5 Mg/ha de biomasa, seguida de *Pinus montezumae* “ocote” y *Quercus xalapensis* “petzaláhuatl” con más de 18,4 Mg/ha y el estrato arbustivo con diámetros entre 5 y 10 cm y con dominancia de tres especies con 13,5 Mg/ha.

6.1.2. Carbono almacenado en plantaciones

Del Águila (2013), indica que en un estudio sobre secuestro de dióxido de carbono (CO₂) y almacenamiento de carbono en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* Ducke “tornillo” en tres edades diferentes en el CIEFOR-Puerto Almendra, que la plantación de 43 años reporta la mayor biomasa arbórea con 301,50 t/ha, seguida de la plantación de 35 años con 222,26 t/ha y la de 27 años con 56,93 t/ha. Además, revela que la plantación que presentó mayor almacenamiento de carbono es la de 43 años con 186,93 tC/ha, seguido de la edad 35 con 137,80 tC/ha y la de 27 con 35,30 tC/ha, demostrando que el carbono almacenado depende de la edad de plantación.

Ramirez (2013), reporta para un estudio sobre contenido de carbono en los fustes de las especies comerciales de un bosque de colina baja en la localidad de Esperanza, río Yavari, 910,63 tC donde la especie *Virola calophylla* “cumala” reporta el más alto valor con 0,65 tC/ha que representa el 30,42% del total; mientras que Luna (2013), para el mismo tipo de bosque indica que el contenido de carbono para el área evaluada suma 1743,76 tC, siendo la especie *Virola calophylla* “cumala” la que alcanzó el mayor valor con 0,36 tC/ha que constituye el 19,57% del total.

Gonzales (2013), indica para un estudio sobre valoración económica del secuestro de dióxido de carbono (CO₂) en plantaciones de *vochysia lomatophylla* (standl) “quillosa” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendra, que la

plantación de 33 años presenta la mayor cantidad de biomasa total (191,53 t/ha), seguido de la plantación de 22 años con 154,62 t/ha y finalmente con menor cantidad la plantación de 13 años con 75,04 t/ha. También, asevera que la mayor cantidad de stock de carbono reporta la plantación de 33 años con 118,75 tC/ha; mientras que la plantación de 22 años muestra 95,86 tC/ha y la de 13 años exhibe 46,52 tC/ha.

6.1.3. La función de los ecosistemas boscosos en el ciclo global del carbono

Masera *et al.* (2001) citado por Gonzales (2013), utilizaron un modelo para estimar la captura de carbono en México en el período 2000-2030, en el que se dividió el uso del suelo en varias clases. Los autores utilizaron dos escenarios diferentes: primero, un escenario de referencia y segundo, un escenario de "políticas". Sus resultados muestran que de adoptar las opciones propuestas, México tendría la posibilidad de capturar aproximadamente 46 millones de toneladas de C entre los años 2000 al 2030. Una parte de esta mitigación se lograría a través de: a) evitar la deforestación; b) manejar sustentablemente los bosques naturales; c) restaurar las áreas forestales degradadas y d) conservar los bosques protegidos. Los ecosistemas forestales son un reservorio considerable de carbono y contienen más del 80% del carbono global de la superficie. Sin embargo, cuando los bosques están maduros no ocurre asimilación neta de carbono, debido a que se encuentran saturados. En México, los bosques manejados albergan una superficie de 7,3 millones de ha, en tanto que los bosques protegidos presentan una superficie de 7,1 millones de ha. Por otro lado cerca del 80% de las tierras forestales son de propiedad comunal y el 95% de los aprovechamientos forestales provienen principalmente de bosques templados nativos (Masera *et al.* 2001 citado por Gonzales, 2013).

6.1.4. Métodos para estimar biomasa y carbono almacenado

Método directo: es denominado también método destructivo y consiste en medir los parámetros básicos de un árbol (entre los más importantes el diámetro a la altura del pecho-DAP, altura total, diámetro de copa y longitud de copa); derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes (fuste, ramas y follaje) (González, 2008).

Método indirecto: éste método es utilizado cuando existen árboles de grandes dimensiones y en casos en los que se requiere conocer el carbono de un bosque sin necesidad de derribar los árboles. En éste método se cubica y estima el volumen de las trozas con fórmulas dendrométricas; el volumen total del fuste o de las ramas gruesas se obtiene con la suma de estos volúmenes parciales. Se toman muestras de madera del componente del árbol y se pesan en el campo, luego se calcula en el laboratorio los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad específica verde y la gravedad específica seca o densidad básica en gramos por centímetro cúbico (González, 2008).

Barranco (2002), citado por Bonilla (2009), menciona que el sistema terrestre de carbono se encuentra en dos reservas: parte aérea, es decir sobre la superficie del suelo y la parte subterránea. El carbono contenido en la biomasa aérea comprende los estratos herbáceo, arbóreo, arbustivo, árboles y arbustos muertos y el mantillo, el carbono contenido en la biomasa subterránea se encuentra en las raíces, la materia orgánica y el carbono contenido en el mismo suelo. Con las ecuaciones alométricas se puede obtener una estimación más confiable y directa de la biomasa y del dióxido de carbono en los sistemas vegetales, porque tal estimación es primero individual y después, mediante la sumatoria, se obtiene una estimación global por sistema (Acosta, 2003).

Garcidueñas (1987) y Cruz (2007), manifiestan que una de las primeras formas de estimar indirectamente el peso seco total de los fustes de árboles es multiplicando su volumen por la densidad básica de la madera y por constantes del contenido de humedad.

Ordóñez (1999), indica que el carbono en la vegetación es la suma del contenido en la biomasa aérea y la que se halla en la biomasa de las raíces. La biomasa aérea comprende el tronco, las hojas, las ramas y el follaje, mientras que el carbono contenido en las raíces es definido como biomasa de las raíces; mientras que Montoya y Tipper (1995), aseveran que el carbono contenido en la biomasa es aproximadamente el 50% del peso seco, ya que existen técnicas adecuadas para medir o monitorear el progreso de captura de carbono tanto en plantaciones comerciales como en masas de árboles viejos, el autor hace la conversión de biomasa a carbono multiplicando la biomasa por un factor 0,5.

6.1.5. Modelos alométricos para estimar biomasa

Higuchi y Carvalho (1994), para un estudio sobre fitomasa y contenido de carbono de especies arbóreas en la Amazonía, utilizaron el modelo alométrico $Ba = a \cdot D^b \cdot H^c$ para determinar el peso verde de la biomasa aérea para bosques tropicales y subtropicales; dónde: Ba = Biomasa aérea, en kg, D = Diámetro a la altura del pecho, en cm, H = Altura total, en m y las constantes $a = 0,03$; $b = 1,53$ y $c = 1,75$.

Garcidueñas (1987), ejecutó un estudio para calcular la biomasa (Y) en árboles de *Pinus montezumae* Lamb., en el campo experimental de San Juan Tetla, Puebla. Este autor estableció modelos de regresión lineal para la estimación de biomasa con análisis destructivos de ejemplares de los cuales relacionó el diámetro normal

con corteza (DNCC) y el peso seco, obteniendo la siguiente ecuación: $Y = 2.038493 + 3.146364 \ln \text{DNCC}$; donde: Y: es la biomasa aérea (Kg) DNCC: Diámetro normal con corteza.

Avendaño (2006), con el uso de una ecuación alométrica determinó la biomasa (B) en *Abies religiosa Schl.* en Tlaxcala, México, utilizando el diámetro normal (DN) como característica principal, obtuvo que: $B = 0.0754 \cdot \text{DN}^{2.513}$. La biomasa se encuentra mayoritariamente en el fuste. También determinó por árbol la cantidad de 46,48% de carbono.

Para determinar el contenido de carbono para especies en México los estudios aún son escasos. Para *Pinus cooperi* en el estado de Durango, Pimienta *et al.* (2007) citado por Jiménez (2010), utilizaron un coeficiente de 0,5 para determinar la cantidad de carbono de acuerdo con la biomasa que calcularon. El modelo para la variable carbono contenido (Cc) con R^2 de 0,99 y un Sx % de 2,46 fue: $Cc = 11,5090 + (-3,1229) \cdot D + 0,3100 \cdot D^2 + 0,0004 \cdot (D^2H)$, donde: D y D_2 = Diámetro normal (cm) y H = Altura (m).

Franco (2007), indica que el contenido de dióxido de carbono (CO_2) almacenado en la biomasa aérea de los bosques templados en el Estado de México, se estimó en base a los índices de contenido de dióxido de carbono reportados en el año 2005 para el Parque Nacional Nevado de Toluca, obteniendo las siguientes ecuaciones: Calculó de la biomasa almacenada en el estrato arbóreo: $BA = V \cdot 0,49$; donde: 0,49 = factor de densidad de la madera.

Calculó del contenido total de dióxido de carbono almacenado en la biomasa aérea: $CBA = PT \cdot (0,45)$

Donde: PT= peso total y 0,45 = factor de expansión.

6.1.6. Valorización económica de almacenamiento de carbono

Para un estudio sobre valoración económica del secuestro del CO₂ en plantaciones de *parkia* sp. “pashaco” de diferentes edades en el CIEFOR-Puerto Almendra Ucañay (2014), indica que las plantaciones de 27; 22 y 6 años de *Parkia* sp. según los precios de la bolsa de sendeco₂, dan un total de US\$ 2 089,67/ha.

Para establecer la valoración del servicio del sumidero de carbono Ramírez *et al.* (1994), manifiestan que han utilizado varios precios de referencia, por ejemplo el Gobierno de Costa Rica, en una negociación con el Gobierno de Noruega acordó un precio de US\$ 10,00 por tonelada de carbono para las opciones de carbono almacenado, parqueado o retenido y secuestro de carbono para todas sus negociaciones de ejecución conjunta; mientras que Segura, (1997), indica que los precios del gobierno de Costa Rica eran muchos menores, los cuales varían para la zona de Corinto entre US\$ 18,30 y US\$ 43,50 por tonelada de carbono. Es importante remarcar que esta valoración fue hecha en terrenos de aptitud de conservación, los cuales son exclusivos para este uso, por lo que no existe verdaderamente un costo de oportunidad

En el estudio de valoración económica de almacenamiento de carbono del bosque tropical del Ejido Quintana, México, mencionan que una vez obtenida la cantidad de carbono por hectárea, el siguiente paso es valorar estas exigencias en términos monetarios, en el que consideraron un precio de \$ 10,00 por tCO₂/ha/año, el cual fue establecido tomando en cuenta el precio que se ha manejado internacionalmente en transacciones de compra venta de carbono, como ha sido el caso de Costa Rica, que es el país pionero en este tipo de transacciones. La cantidad de carbono por hectárea obtenido en el bosque

tropical del Ejido Quintana, es de 353,3 toneladas, al multiplicar este valor por 600 hectáreas que es su área total; se tiene un resultado de 211,980 toneladas. Por tanto el valor económico total del bosque con el precio establecido de \$ 10,00 es de \$ 2 119,800 (Hernández y Pérez, 2003 citado por Ucañay, 2014).

En un estudio sobre valoración económica del secuestro de CO₂ en plantaciones de *vochysia lomatophylla* (standl) “quillosa” de diferentes edades en el CIEFOR-Puerto Almendra Gonzales (2013), indica que el mayor valor económico del secuestro de dióxido de carbono (CO₂) se encontró en la plantación de 33 años con US\$ 2398,40/tCO₂/ha; seguido de la plantación de 22 años con US\$ 1936,20/tCO₂/ha y finalmente la de menor cantidad la plantación de 13 años con US\$ 939,66/tCO₂/ha.

6.2. Marco teórico

6.2.1. Biomasa y carbono de la vegetación

La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen reciente que se derive de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. La energía de la biomasa deriva del material vegetal y animal, tal como madera de bosques, residuos de procesos agrícolas y forestales y de la basura industrial, humana o de animales (López *et al.* 2003).

La FAO (1998), citado por Gonzáles (2008), considera que la biomasa es un elemento principal para determinar la cantidad de carbono almacenado en el bosque. La biomasa forestal permite elaborar previsiones sobre el ciclo mundial del carbono, que es un elemento de importancia en los estudios sobre el cambio climático. Además, para una parte de la población humana que vive en las zonas rurales de los países en desarrollo, la biomasa es una fuente primordial de

combustible para cocinar y para calefacción; mientras que el IPCC (2001), manifiesta que la biomasa es considerado como la masa total de organismos vivos en una zona o volumen determinado; a menudo se incluyen los restos de plantas que han muerto recientemente (biomasa muerta).

Se denomina biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra, como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos de origen vegetal. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del bióxido de carbono del aire y de otras sustancias simples aprovechando la energía del sol. La energía que se puede obtener de la biomasa proviene de la luz solar, la cual gracias al proceso de fotosíntesis es aprovechada por las plantas verdes mediante reacciones químicas en las células, las que toman CO_2 del aire y lo transforman en sustancias orgánicas, según una reacción del tipo: de bióxido de carbono y oxígeno $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{H-COH}) + \text{O}_2$. (Energías Renovables, 2004 citado por Luna, 2013).

A través de la fotosíntesis, los árboles toman dióxido de carbono del aire, lo combinan con hidrógeno que obtienen del agua del suelo utilizando la energía almacenada en los cloroplastos y a partir de estos, se sintetizan los carbohidratos básicos que, al combinarse con otros elementos minerales del suelo, pueden ser utilizados para aumentar el tamaño de los órganos vegetales y de esta forma satisfacer las necesidades reproductivas, por lo que la función biológica de las plantas es tomar los factores de crecimiento disponibles sobre una área determinada y transformarlos en compuestos orgánicos de diversas composiciones (Harold, 1984, citado por Lino, 2009).

La biomasa forestal se define como el peso (o estimación equivalente) de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco (Schlegel *et al.* 2002 citado por Álvarez, 2008).

La biomasa forestal se ha convertido en un importante elemento de estudio debido a que existe intereses industriales, energéticos y ambientales (juega un rol importante en el ciclo global de carbono) (Merino *et al.* 2003). A partir de la biomasa forestal se puede calcular la concentración de carbono en la vegetación (aproximadamente el 50% de la biomasa está formada por carbono) y por consiguiente se pueden hacer estimaciones sobre la cantidad de dióxido de carbono que ingresa a la atmósfera cada vez que se desmonta o se quema un bosque. La biomasa es una variable que sirve también para comparar las características estructurales y funcionales de un ecosistema forestal en un amplio abanico de condiciones (FAO, 2000; Vidal *et al.* 2002).

En términos porcentuales el fuste del árbol concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77% del total; luego están las ramas, de 5% y 37%; y por último las hojas y la corteza de fuste entre 1% a 15% y 5% a 16%, respectivamente (Gómez, 1976 citado por Lino, 2009). La contribución porcentual de los diferentes componentes (fuste, corteza, rama, hojas y raíces) en la biomasa total de un árbol varía considerablemente dependiendo de la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural (Pardé 1980, citado por Gayoso *et al.* 2002).

La acumulación de la biomasa es influenciada por factores internos y externos: los factores externos son aquellos que afectan la fotosíntesis y la respiración, para estos autores los principales factores son; luz, temperatura, concentración de

CO₂, humedad, fertilizantes, funguicidas, insecticidas, etc. y los factores internos como son, la edad, estructura, disposición de la planta, acumulación de hidratos de carbono y la clorofila (Kramer y Kozlowski, 1972 citado por Luna, 2013).

La biomasa es la tasa total de organismos vivos presentes en un área o volumen dado; el material vegetal recientemente muerto suele estar conceptualizado como biomasa muerta. La cantidad de biomasa se expresa mediante su peso en seco o mediante su contenido de energía, de carbono o de nitrógeno (IPCC, 2007).

La unidad de cuantificación más precisa para expresar el rendimiento de biomasa de un árbol o de un conjunto de árboles, es el peso seco, ya sea en kilogramos por árbol o toneladas por hectárea, debido a que el peso es más sensible que el volumen a las diferencias de la calidad donde se localice el árbol. La biomasa total incluye, follaje, corteza, ramas, flores, frutos y raíces, mientras que la biomasa aérea se define como el material del árbol que esta sobre el nivel del suelo (CATIE, 1984 citado por Gómez, 1991).

6.2.2. Modelos alométricos para estimar biomasa

El concepto de alometría para estudios forestales se utiliza para relacionar componentes o variables de difícil medición (biomasa, área foliar), con variables sencillas de medir (altura, diámetro, área basal, área de albura), con el objetivo de estimar las primeras variables en función de las segundas, siendo el diámetro normal la variable más utilizada y más factible (Cano, 1993 citado por Avendaño, 2006).

Vallejo (2009) citado por Del Castillo (2015), manifiesta que los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con variables del árbol medibles en pie, tales como el DAP, altura total y diámetro de copa,

principalmente. Para el desarrollo de estos modelos es necesario realizar un muestreo destructivo de árboles. El tamaño de muestra debe ser definido de manera que el error de predicción del modelo resultante esté dentro de los rangos aceptados; en general, se estima que se obtienen valores del error aceptables con tamaños de muestra mayores a 20 individuos distribuidos sobre todos los rangos diámetros.

Otra forma de estimar la biomasa es mediante ecuaciones o modelos basados en análisis de regresión, que utilizan variables colectadas en el campo tales como el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura comercial (hc) y total (ht), el crecimiento diamétrico, el área basal y la densidad específica de la madera (Jordan y Uhl 1978, Saldarriaga *et al.* 1988, Brown 1997, Araujo *et al.* 1999 citado por Del Catillo, 2015).

Para estimar la biomasa se usan diferentes tipos de modelos de regresión y combinación de variables. En general, en muchas investigaciones, el DAP es la variable que mejor se correlaciona y predice la biomasa. También, el DAP es una variable fácil de medir y que se registra en la mayoría de los inventarios forestales (Sanquetta *et al.* 2008 citado por Del Castillo, 2015).

Las ecuaciones alométricas son parte de la ley más sencilla del crecimiento relativo, a razón entre los crecimientos relativos de y y x es constante (ley de Rubner). La ecuación alométrica es una fórmula aproximada, simplificada. Su principio es una expresión de interdependencia y organización de procesos fisiológicos (Castro *et al.* 2001).

6.2.3. Valoración económica

Cualquier bien o servicio tendrá valor instrumental en la medida en que exista una demanda por él. Es decir, si satisface alguna preferencia individual o social. El valor monetario de ese bien o servicio se puede derivar de la intensidad de esa preferencia (Rodríguez, 1998 citado por Gonzales, 2013).

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia que permite medir las expectativas de beneficios y costos derivados de algunas acciones tales como: uso de un activo ambiental, realización de una mejora ambiental, generación de un daño ambiental, entre otros (Azqueta, 1994 citado por Gonzales, 2013).

Valoración económica del medio ambiente consiste en dar valor monetario a bienes y servicios ambientales que no son transados en los mercados y por lo tanto no tiene precios explícitos. Esta valoración se refiere a las preferencias de las personas por los beneficios que reciben del medio ambiente, en ningún caso representa el valor real del recurso biológico (Figuroa, 2005 citado por Gonzales, 2013).

Valoración económica, se entiende como la asignación de valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos ambientales, independientemente de que si existen o no precios de mercado (Lambert, 2003 citado por Gonzales, 2013).

VII. MARCO TEÓRICO

Almacenamiento de carbono: Capacidad del bosque para mantener una determinada cantidad promedio de carbono por hectárea (Segura, 1997).

Árboles: Son plantas leñosas perennes que tienen un fuste y una copa bien diferenciada (Lindorf, *et al.* 1991).

Biomasa aérea: Conformada por las estructuras leñosas aéreas de especies frutales, maderables y otros árboles y arbustos del sistema productivo (Medina, 2006).

Biomasa radicular: Representada por los sistemas radiculares, constituyendo otros sumideros de carbono (Medina, 2006).

Biomasa: Peso o volumen total de organismos presentes en un área o volumen dados (Gonzales *et al.* 2006). Peso (o estimación equivalente) de la materia orgánica, por encima y por debajo del suelo (Lino, 2009).

Bosque: Superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ (Perez y Nuñez, 2010).

Carbono: Elemento químico sólido y no metálico presente en todos los componentes orgánicos y algunos inorgánicos. En su estado puro se encuentra como diamante o grafito. Su símbolo es C y su número atómico es 6 (Lino, 2009).

Captura de carbono: Fijación del carbono en forma continua en cualquier sistema de uso de la tierra (Brown, 2000).

Carbono real: Se refiere al carbono almacenado considerando las condiciones actuales de cobertura en cuanto al área y el estado sucesional: bosque primario y

bosque secundario (Lino, 2009). Saenz (1996), indica que es todo carbono que está almacenado en determinado ecosistema vegetal.

Carbono fijado: Se refiere al flujo de carbono de la atmósfera a la tierra producto de la recuperación de zonas (regeneración) previamente deforestadas, desde pastizales, bosques secundarios hasta llegar a bosque clímax (Lino, 2009).

Dióxido de carbono: Gas incoloro, inodoro y con un ligero sabor ácido. De fórmula CO_2 , formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno (Lino, 2009).

Modelo alométrico: Es una relación matemática entre una variable independiente y una dependiente. La primera puede ser estimada a partir de métodos destructivos o a partir de parámetros biométricos estimados en campo directamente (dap y altura). A partir de estos datos, se puede establecer el grado de relación entre ésta y alguna variable derivada como biomasa (Chacín, 1998 y Nelson *et al.* 1999, citado por Lino, 2009).

Secuestro de carbono: Es el retiro de CO_2 de la atmósfera para fijarlo o almacenarlo en un depósito de carbono (Gonzales *et al.* 2006). Proceso bioquímico mediante el cual el CO_2 atmosférico es absorbido y fijado por la biomasa vegetal como resultado de la fotosíntesis (Lino, 2009).

Sumidero de carbono: Área determinada de bosque considerada como un reservorio de carbono siempre y cuando la cantidad almacenada de carbono aumenta con el tiempo (Honorio y Baker, 2010).

Valoración económica: Asignar valores monetarios a los bienes y servicios generados por el medio ambiente, con el fin de encontrar una racionalidad económica y política en el manejo de éstos (González, 2008).

VIII. MATERIALES Y MÉTODO

8.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en la zona de selva baja sobre la llanura aluvial amazónica, específicamente en la comunidad nativa de Santa Carmela cuya superficie abarca 6828,90 ha, de las cuales el área de manejo forestal presenta 5007,17 ha, abarca las provincias de Loreto y Maynas. Geográficamente se localiza entre las coordenadas UTM V1 (9513106 N y 489360 E); V2 (9511240 N y 489360 E); V3 (9511240 N y 492694 E), V4 (9511035 N y 492694 E), V5 (9511035 N y 498408 E), V6 (9514156 N y 498408 E), V7 (9514156 N y 496027 E), V8 (9514606 N y 496027 E), V9 (9514606 N y 492694 E) y V10 (9513106 N y 492694 E). Políticamente, se enmarca en el Distrito de Urarinas, Provincia de Maynas, Región Loreto (Walsh-Perú-A, 2012) (Ver figura 1-del Anexo).

Accesibilidad

Para llegar al área de estudio se utiliza el transporte fluvial, desde la ciudad de Nauta, surcando en aproximadamente 6 horas en un deslizadora con motor fuera de borda de 60 Hp por el río Marañón hasta llegar a la desembocadura del río Chambira para luego surcar por el mismo por espacio de 2 horas en la misma embarcación hasta arribar al área de la CC.NN Santa Carmela, desde ahí se continua a pie por un espacio de tiempo de 20 minutos para así llegar hasta la PCA V1 (9513106 N y 489360 E).

Clima

El suministro de humedad es en gran parte endógeno, es decir proviene de enormes volúmenes de vapor de agua que se generan en esta región por la presencia de la densa cubierta vegetal y de extensos cuerpos de agua. Las

precipitaciones en el área de estudio se estiman alrededor de 2700 mm anuales, con escasa variación interna. Es decir, presenta un periodo de ligera a mayor pluviosidad entre marzo y mayo y una mínima, ligeramente acentuada entre julio y agosto (SENAMHI-Loreto, 2015).

Fisiografía

El gran paisaje llanura aluvial se caracteriza por presentar relieves llanos, depresionados u ondulados, con alturas inferiores a 20 m con respecto al nivel de los ríos y pendientes que fluctúan entre 0 y 8%. Se encuentra integrada por los paisajes de terrazas Holocénicas, por las terrazas Holo-Pleistocénicas, el conjunto de terrazas Pleistocénicas e hidromórficas (Walsh-Perú-A, 2012).

Hidrografía

La zona de estudio incluye gran porcentaje de las cuencas media y baja del río Nanay y la cuenca del río Marañón, y una menor extensión de la cuenca alta del río Itaya. La cuenca del río Nanay se encuentra drenada por las quebradas Agua negra y Agua blanca, así como por los ríos Pintuyacu y Chambira. Los ríos Pintuyacu y Chambira presentan un carácter meándrico pero con cauces significativamente más amplios. Muestra un curso meándrico y un pequeño cauce encajado entre sus terrazas medias, presentando a lo largo de su curso numerosos sectores hidromórficos (Walsh-Perú-A, 2012).

Temperatura

Los valores son muy elevados, con medias mensuales superiores al 80% y una media anual de 86%. Las máximas de humedad relativa alcanzan el 95% mientras que las mínimas no descienden de 75%. Estos valores reflejan las altas tasas de evapotranspiración que se producen en la región, considerando las fuertes temperaturas y gran disponibilidad de agua (SENAMHI-Loreto, 2015).

Geología

La zona de estudio presenta el denominado Llano Amazónico, de la selva norte del país; un territorio donde el relieve se encuentra constituido por colinas bajas, lomadas y terrazas aluviales, conformadas por unidades lito estratigráficas de edad neógena y cuaternaria, la primera de carácter arcillo-arenoso y la segunda de carácter predominantemente limo-arcilloso; territorio que además se caracteriza por su variada y densa vegetación tropical, que dificulta la observación de las unidades formacionales (Walsh-Perú-A, 2012).

Vegetación

Muestra un complejo mosaico de diferentes tipos de bosques amazónicos, cuyas principales diferencias se deben a las características edáficas, en particular por la saturación de agua, se caracteriza por presentar regiones cercanas a los ríos, diferentes a las zonas altas de terrazas y colinas. Finalmente a los lados de los ríos se encuentran bosques hidromórficos, terrazas bajas y en las zonas afectadas por tala, bosques secundarios en diferentes estadios sucesionales tempranos (Walsh-Perú-B, 2012).

Geomorfología

Los materiales sobre los que se ha modelado el relieve del área de estudio se depositaron a partir del Mioceno y corresponden a acumulaciones de origen fluvial. La configuración del relieve actual responde, sin embargo, a procesos que no sobrepasan el Plioceno, los cuales han tenido un control estructural preeminente en relación a la acción climática (Walsh-Perú-A, 2012).

Zona de vida

Según el sistema de clasificación bioclimática desarrollado por Holdridge (1947) citado por Walsh-Perú-A (2012), se han identificado en el área de estudio dos

zonas de vida: bosque muy húmedo-Premontano Tropical transicional a bosque húmedo-Tropical (bmh-PT/bh-T) y bosque húmedo-Tropical transicional a bosque muy húmedo Premontano Tropical (bh-T/bmh-PT).

8.2. Materiales y equipo

Los materiales utilizados en el levantamiento de la información biométrica fueron: machetes, forcípulas, ponchos para lluvia, botas de jebe, winchas de 50 m, libretas de campo, lapiceros, lápices, pilas, plástico para campamento y botiquín de primeros auxilios, brújulas suunto, GPS-Garmin, computadora, imagen de satélite Landsat TM del 2014, USB y útiles de escritorio en general.

8.3. Método

8.3.1. Tipo y nivel de investigación

Descriptivo y de nivel básico. En el inventario forestal se utilizó el diseño estratificado a nivel de reconocimiento.

8.3.2. Población y muestra

Población: Estuvo conformada por todas las especies forestales con \geq a 30 cm de DAP que se encuentran en los dos tipos de bosque en un área de 2555 ha.

Muestra: Estuvo compuesta por todas las especies forestales comerciales con \geq a 30 cm de DAP distribuidas en 30 unidades de muestreo de 0,5 ha cada una (10 m x 500 m), distribuidas al azar por tipo de bosque.

8.3.3. Procedimiento

En el presente trabajo de investigación se utilizó la base de datos del inventario forestal del plan general de manejo forestal (PGMF) en los bosques de la comunidad nativa Santa Carmela con fines de comercialización, ejecutado el año 2015.

Procesamiento digital de la imagen de satélite

La imagen de satélite que se utilizó en el presente estudio fue transformada del formato GEOTIFF a formato IMG para que pueda ser procesada por el software ERDAS Imagine 14. Seguidamente se realizó la composición de las imágenes en tres bandas multiespectrales 5, 4, 3 que tienen una resolución espacial de 30 m, esta combinación permitió discriminar bien las diferentes clases de vegetación y agua. Con esta combinación de bandas se realizó la interpretación visual en pantalla para los temas de fisiografía y forestal. El corte de la imagen se realizó empleando el AOI (Área of Interest) que delimitó el área de trabajo (Figura 1).

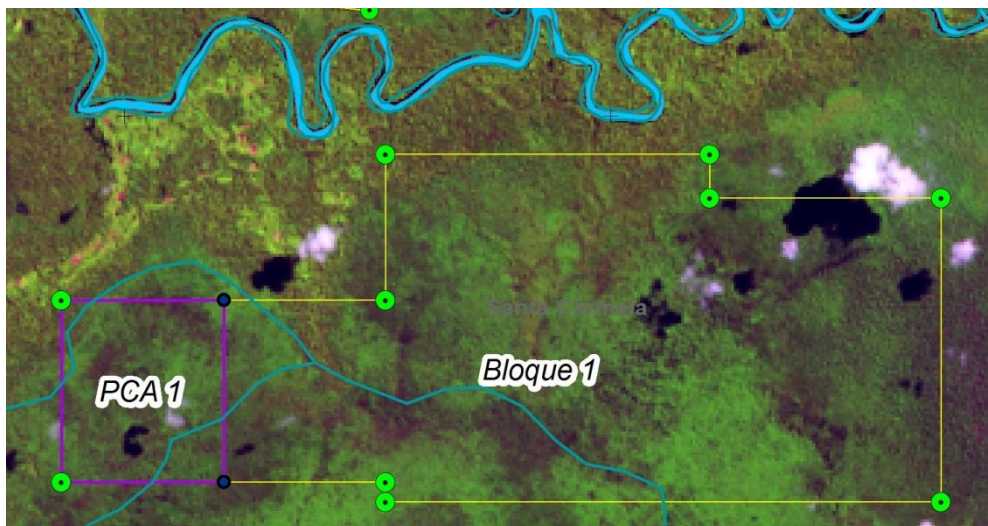


Figura 1. Imagen de satélite Landsat TM del área de trabajo a escala 1:100 000 del año 2014

Interpretación visual

Es importante indicar que la metodología empleada no contempla el uso de clasificaciones digitales para obtener los mapas de fisiografía y forestal, puesto que al realizar una interpretación visual se hacen uso de patrones de forma, textura, tamaño y topológicos entre objetos para discriminar las unidades que se interpretan y que no intervienen en las clasificaciones convencionales lo que

puede llevar a confusión entre clases. Para la estratificación en “tipos” se utilizó conceptos fisonómicos, fisiográficos y florísticos.

Inventario forestal

Se inventarió en total 30 fajas, de las cuales 14 le corresponde al bosque de terraza baja con drenaje muy pobre y 16 al bosque de terraza baja con drenaje moderado. Se tomó información del DAP (cm), altura comercial (m), altura total (m) y nombre común.

Información de campo a registrar

La información registrada en cada unidad de muestreo será:

Brigada: Nombre de los componentes del grupo de trabajo.

Azimuth: Dirección de la trocha, según la posición donde se inicia el trabajo en cada unidad de muestreo.

Código de la unidad de muestreo: Se utilizó los números del 1 al 30.

Nombre de la especie: Primero se identificó a los árboles por el nombre común, después se realizó la comprobación en el herbario de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Diámetro: Se midió con una forcípula graduada con aproximación al cm a todos los árboles con \geq a 30 cm de DAP.

Altura total: Se efectuará desde el nivel del suelo hasta el ápice de la copa, esta medición se realizará a través de la estimación ocular.

8.3.4. Registro de la composición florística

Se determinó teniendo en cuenta el inventario forestal; la identificación de las especies se realizó con la ayuda de un matero con experiencia, quien proporcionó el nombre vulgar de las especies.

8.3.5. Estimación de la biomasa total en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado

Para estimar la biomasa aérea se empleó la ecuación matemática propuesta por Brown *et al.* (1989), de tipo exponencial derivada para el bosque húmedo tropical, para tal fin se empleó los datos del diámetro a la altura del pecho, la altura total y la densidad básica de la madera de cada una de las especies inventariadas. Los valores de densidad de la madera para las diferentes especies por tipo de bosque se obtuvo de la base de datos de densidad del mundo global propuesto por Zanne *et al.* (2009), los cuales reportan valores por especies, géneros y familias en g/cm³.

- Estimación del peso verde de la biomasa aérea:

$$B_{at} = e^{(-2.4090 + 0.9522 \ln (d^2 h \delta))}$$

Dónde:

Bat = biomasa aérea total (kg)

e = base del logaritmo natural (2.718271)

d = diámetro a la altura del pecho o DAP (cm)

h = altura total del árbol (m)

δ = densidad básica de la madera (t/m³)

- Estimación del peso verde de la biomasa radicular

El sistema radical es el componente del árbol que para el estudio de su biomasa ofrece grandes dificultades. En general el sistema radicular varía para los distintos lugares del mundo entre 0,20 y 0,30; es decir, 20 a 30% de biomasa aérea (Cairns *et al.* 1997). Para el estudio el cálculo se realizó teniendo en cuenta el 20% del peso de la biomasa aérea total (MacDicken, 1997).

$$Br = Bat \times 0,20$$

Dónde:

Br = Biomasa radicular, en kg.

Bat = Biomasa aérea, en kg.

- Determinación del peso verde de la biomasa total

Posteriormente se procedió a calcular el peso verde de la biomasa total a partir de la suma de la biomasa aérea y la biomasa radicular (MacDicken, 1997).

$$B_{vt} = Bat + Br$$

Dónde:

B_{vt} = Biomasa verde total, kg.

Bat = Biomasa aérea total, kg.

Br = Biomasa radicular, kg.

- Calculo de la biomasa seca

Para el cálculo de la biomasa seca se procedió a restar el 40% de la biomasa verde total (Higuchi y Carbalho 1994).

$$B_s = B_{vt} - (B_{vt} * 40)/100$$

Dónde:

B_s = Biomasa en peso seco (kg)

B_{vt} = Biomasa verde (kg)

8.3.6. Estimación del carbono almacenado en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado

La biomasa total por tipo de bosque se multiplicó por 0,5 ya que corresponde a una constante convencional indicando por el IPCC (1996) citado por Gonzales, (2013) y además porque la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado, para ello se utilizó la siguiente fórmula (IPCC, 2003).

$$CAT = B_s * 0,5$$

Donde:

CAT = Carbono total en toneladas de carbono (tC/ha)

Bs = Biomasa seca en tonelada (t/ha)

8.3.7. Secuestro de dióxido de carbono

Para realizar el cálculo del secuestro de CO₂ se empleó la siguiente fórmula propuesta por Vallejo (2009), Alegre (2008), Gamarra (2001) e IPCC (2003).

$$\text{CO}_2 = C_T * 3,6663$$

Donde:

CO₂ = Dióxido de carbono secuestrado, en toneladas de dióxido de carbono por hectárea (tCO₂/ha).

C_T = Carbono total almacenado, en toneladas de carbono por hectárea (tC/ha).

3,6663= Factor de conversión a CO₂, resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono y del carbono: *(Peso de las emisiones) / *(Peso atómico del carbono).

*Peso del CO₂= 2 * C + O = 43,999915.

*Peso atómico del carbono=12,001115.

*Peso atómico del Oxígeno= 15,9994 x 2=31,9988.

8.3.8. Estimación del valor económico del Co₂ secuestrado

Para estimar el valor económico del CO₂ secuestrado, se procedió a multiplicar la cantidad total de dióxido de carbono, con el respectivo precio en el mercado, que tiene el carbono en un determinado lugar. Se empleó la fórmula propuesta por IPCC (1996); citado por IPCC (2003).

$$V_E = \text{CO}_2 * \text{Precio en el mercado}$$

Donde:

V_E = Valor económico, en dólares por hectárea (US\$/ha).

CO_2 = Dióxido de carbono secuestrado, en toneladas de dióxido de carbono por hectárea (tCO_2/ha).

Para determinar el precio del mercado del servicio de secuestro de dióxido de carbono, se tuvo en cuenta el valor referencial dado por La Bolsa Española de Derechos de Emisiones de Dióxido de Carbono (SENDECO₂) actualizada para el mes de setiembre del 2016, donde 1 Euro = 1,12245 USD y 4,01 Euros = 4,50 USD.

Cuadro 2. Precios de mercado del servicio de CO₂ para setiembre del 2016

Precios CO2 (SPOT)	EUA	CER
Último cierre (13-09-2016)	4,01 €	0,39 €
Media de las últimas 5 sesiones	4,03 €	0,38 €
Media de las últimas 30 sesiones	4,51 €	0,40 €
Media de los últimos 12 meses	6,25 €	0,46 €

Referencia: www.sendeco2.com

9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada para la recolección de datos fue básicamente el inventario forestal y el instrumento estuvo compuesto por el formato de toma de datos de inventario donde se registró información de cada individuo inventariado relacionado al nombre común, DAP, altura comercial y altura total.

9.5. Técnica de presentación de resultados

La presentación de los resultados finales se plasma en cuadros. En los cuadros se exponen la estimación de la biomasa, secuestro de CO₂ y valoración económica del CO₂.

IX. RESULTADOS

9.1. Estimación de la biomasa total por tipo de bosque del área de estudio

9.1.1. Bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

Cuadro 3. Estimación de la biomasa total del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) t/ha
1	Cumala aguanillo	4476,95	895,39	5372,35	5,37
2	Cumala blanca	4077,28	815,46	4892,74	4,89
3	Andiroba	4016,34	803,27	4819,61	4,82
4	Cumala caupuri	3731,59	746,32	4477,91	4,48
5	Cumala blanca	3659,76	731,95	4391,71	4,39
6	Lupuna	3640,35	728,07	4368,42	4,37
7	Palisangre	3390,94	678,19	4069,12	4,07
8	Quinilla	3371,00	674,20	4045,20	4,05
9	Marimari	2988,53	597,71	3586,24	3,59
10	Moena	2522,34	504,47	3026,80	3,03
11	Remo caspi	2433,15	486,63	2919,78	2,92
12	Machimango	2343,59	468,72	2812,30	2,81
13	Tornillo	2305,00	461,00	2766,00	2,77
14	Canilla de vieja	2142,99	428,60	2571,59	2,57
15	Peine de mono	2138,13	427,63	2565,75	2,57
16	Estoraque	2092,38	418,48	2510,85	2,51
17	Cedro colorado	2081,53	416,31	2497,84	2,50
18	Marupa	1960,38	392,08	2352,45	2,35
19	Capirona	1923,50	384,70	2308,20	2,31
20	Boa caspi	1781,37	356,27	2137,64	2,14
21	Añuje rumo	1778,12	355,62	2133,74	2,13
22	Paliperro	1722,42	344,48	2066,90	2,07
23	Capinuri	1714,31	342,86	2057,17	2,06
24	Loro caspi	1691,91	338,38	2030,29	2,03
25	Yacushapana	1449,56	289,91	1739,47	1,74
	Sub total	65433,39	13086,68	78520,07	78,52
	Total	81352,63	16270,53	97623,16	97,62

Este bosque ocupa aproximadamente 113,26 ha que representa el 4,43% del área total (Figura 1 del Anexo). Se inunda en crecientes eventuales o por crecientes grandes, debido a las fluctuaciones hídricas y por su cercanía a los cursos de agua, está constituido por terrenos con pendientes que varían entre 0% a 5%. Por su relieve depresionado las condiciones de drenaje varían desde

imperfecto a pobre. La vegetación está conformada por la presencia de árboles, palmeras, lianas, entre otras (PROFONANPE, 2007).

Las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre que muestran los más altos valores de biomasa total se reporta en el cuadro 3, el cual asciende a 78,52 t/ha que representa el 80,43% de un total de 97,62 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde están constituidas por *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (5,37 t/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (4,89 t/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (4,82 t/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (4,48 t/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (4,39 t/ha); mientras que menores valores reportan las especies *Maquira coriacea* “capinuri” (2,06 t/ha), *Macoubea sprucei* “loro micuna” (2,03 t/ha) y *Terminalia amazónia* “yacushapana” (1,74 t/ha).

9.1.2. Bosque de terraza baja con drenaje moderado

Ocupa aproximadamente 2442,19 ha que representa el 95,57% del área total (Figura 1 del Anexo). Se encuentra generalmente a un nivel superior del río, por tal condición se inunda periódicamente debido a las crecientes eventuales o crecientes grandes. Por las fluctuaciones hídricas y por su cercanía a los cursos de agua, están constituidos por terrenos con pendientes que varían de 0% a 2%. Por su relieve depresionado o plano, presenta diferentes condiciones de drenaje variando desde bueno a moderado. La vegetación está conformada por la presencia de árboles, palmeras, lianas, entre otras (PROFONANPE, 2007).

En el cuadro 4 se presenta las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje moderado que reportan los mayores valores de biomasa total, el mismo que asciende a 53,65 t/ha que representa el 81,07% de un total de 66,18 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Virola albidiflora* “cumala” (3,56

t/ha), *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (3,25 t/ha), *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (3,18 t/ha), *Ocotea longifolia* “moena” (3,12 t/ha) y *Pouteria hispida* “quinilla” (2,86 t/ha) y menores valores muestran las especies *Cedrela odorata* “cedro colorado” (1,52 t/ha), *Virola albidiflora* “cumala blanca” (1,34 t/ha) y *Maquira coriácea* “capinuri” (1,32 t/ha).

Cuadro 4 Estimación de la biomasa total del bosque de terraza baja con drenaje moderado

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) t/ha
1	Cumala	2968,37	593,67	3562,05	3,56
2	Cumala aguanillo	2711,50	542,30	3253,80	3,25
3	Lagarto caspi	2648,60	529,72	3178,32	3,18
4	Moena	2599,92	519,98	3119,91	3,12
5	Quinilla	2380,34	476,07	2856,41	2,86
6	Pashaco	2200,63	440,13	2640,76	2,64
7	Andiroba	1906,12	381,22	2287,34	2,29
8	Requia	1897,08	379,42	2276,49	2,28
9	Caimitillo	1887,78	377,56	2265,34	2,27
10	Lupuna	1860,97	372,19	2233,16	2,23
11	Machimango	1714,69	342,94	2057,62	2,06
12	Capirona	1677,09	335,42	2012,50	2,01
13	Loro caspi	1648,10	329,62	1977,72	1,98
14	Tornillo	1622,99	324,60	1947,59	1,95
15	Palisangre	1586,95	317,39	1904,34	1,90
16	Tahuari	1552,06	310,41	1862,47	1,86
17	Huimba	1483,86	296,77	1780,63	1,78
18	Azúcar huayo	1454,19	290,84	1745,03	1,75
19	Shihuahuaco	1433,59	286,72	1720,31	1,72
20	Cumala caupuri	1379,32	275,86	1655,18	1,66
21	Renaco	1331,82	266,36	1598,18	1,60
22	Dalmata	1277,98	255,60	1533,58	1,53
23	Cedro colorado	1264,62	252,92	1517,54	1,52
24	Cumala blanca	1119,15	223,83	1342,98	1,34
25	Capinuri	1097,57	219,51	1317,09	1,32
	Sub total	44705,29	8941,06	53646,35	53,65
	Total	55148,19	11029,64	66177,83	66,18

9.2. Stock de carbono por tipo de bosque del área de estudio

9.2.1. Bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

Los resultados del stock de carbono de las 25 especies que alcanzaron los más altos valores del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre se exhibe en el cuadro 5, donde se puede verificar que juntas suman 39,10 tC/ha que constituye el 80,42% de un total de 48,62 tC/ha. Las cinco especies con mayor contenido de carbono total son: *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (2,68 tC/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (2,44 tC/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (2,40 tC/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (2,23 tC/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (2,19 tC/ha).

Cuadro 5. Stock de carbono del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

N°	Nombre común	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) tC/ha
1	Cumala aguanillo	5350,86	2,68
2	Cumala blanca	4873,17	2,44
3	Andiroba	4800,33	2,40
4	Cumala caupuri	4459,99	2,23
5	Cumala blanca	4374,14	2,19
6	Lupuna	4350,95	2,18
7	Palisangre	4052,85	2,03
8	Quinilla	4029,02	2,01
9	Marimari	3571,89	1,79
10	Moena	3014,70	1,51
11	Remo caspi	2908,10	1,45
12	Machimango	2801,05	1,40
13	Tornillo	2754,94	1,38
14	Canilla de vieja	2561,30	1,28
15	Peine de mono	2555,49	1,28
16	Estoraque	2500,81	1,25
17	Cedro colorado	2487,85	1,24
18	Marupa	2343,04	1,17
19	Capirona	2298,97	1,15
20	Boa caspi	2129,09	1,06
21	Añuje rumbo	2125,21	1,06
22	Paliperro	2058,64	1,03
23	Capinuri	2048,94	1,02
24	Loro caspi	2022,17	1,01
25	Yacushapana	1732,51	0,87
	Sub total	78205,99	39,10
	Total	97232,67	48,62

9.2.2. Bosque de terraza baja con drenaje moderado

En el cuadro 6 se presenta los resultados del stock de carbono de las 25 especies que obtuvieron los mayores valores del bosque de terraza baja con drenaje moderado, donde es posible comprobar que juntas suman 26,72 tC/ha que representa el 81,07% de un total de 32,96 tC/ha. Las cinco especies que muestran mayor contenido de carbono total están representados por *Virola albidiflora* “cumala” (1,77 tC/ha) *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (1,62 tC/ha), *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (1,58 tC/ha), *Ocotea longifolia* “moena” (1,55 tC/ha) y *Pouteria hispida* “quinilla” (1,42 tC/ha).

Cuadro 6. Stock de carbono del bosque de terraza baja con drenaje moderado

N°	Nombre común	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) tC/ha
1	Cumala	3547,80	1,77
2	Cumala aguanillo	3240,78	1,62
3	Lagarto caspi	3165,60	1,58
4	Moena	3107,43	1,55
5	Quinilla	2844,99	1,42
6	Pashaco	2630,20	1,32
7	Andiroba	2278,19	1,14
8	Requia	2267,39	1,13
9	Caimitillo	2256,27	1,13
10	Lupuna	2224,23	1,11
11	Machimango	2049,39	1,02
12	Capirona	2004,45	1,00
13	Loro caspi	1969,81	0,98
14	Tornillo	1939,80	0,97
15	Palisangre	1896,72	0,95
16	Tahuari	1855,02	0,93
17	Huimba	1773,51	0,89
18	Azúcar huayo	1738,05	0,87
19	Shihuahuaco	1713,43	0,86
20	Cumala caupuri	1648,56	0,82
21	Renaco	1591,79	0,80
22	Dalmata	1527,44	0,76
23	Cedro colorado	1511,47	0,76
24	Cumala blanca	1337,61	0,67
25	Capinuri	1311,82	0,66
	Sub total	53431,76	26,72
	Total	65913,12	32,96

9.3. Secuestro de CO₂ de los bosques del área de estudio

Cuadro 7. Secuestro de CO₂ de los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado

N°	Terraza baja con drenaje muy pobre		Terraza baja con drenaje moderado	
	Nombre común	tCO ₂ /ha	Nombre común	tCO ₂ /ha
1	Cumala aguanillo	9,81	Cumala	6,50
2	Cumala blanca	8,93	Cumala aguanillo	5,94
3	Andiroba	8,80	Lagarto caspi	5,80
4	Cumala caupuri	8,18	Moena	5,70
5	Cumala blanca	8,02	Quinilla	5,22
6	Lupuna	7,98	Pashaco	4,82
7	Palisangre	7,43	Andiroba	4,18
8	Quinilla	7,39	Requia	4,16
9	Marimari	6,55	Caimitillo	4,14
10	Moena	5,53	Lupuna	4,08
11	Remo caspi	5,33	Machimango	3,76
12	Machimango	5,13	Capirona	3,67
13	Tornillo	5,05	Loro caspi	3,61
14	Canilla de vieja	4,70	Tornillo	3,56
15	Peine de mono	4,68	Palisangre	3,48
16	Estoraque	4,58	Tahuari	3,40
17	Cedro colorado	4,56	Huimba	3,25
18	Marupa	4,30	Azúcar huayo	3,19
19	Capirona	4,21	Shihuahuaco	3,14
20	Boa caspi	3,90	Cumala caupuri	3,02
21	Añuje rumbo	3,90	Renaco	2,92
22	Paliperro	3,77	Dalmata	2,80
23	Capinuri	3,76	Cedro colorado	2,77
24	Loro caspi	3,71	Cumala blanca	2,45
25	Yacushapana	3,18	Capinuri	2,40
	Sub total	143,36	Sub total	97,95
	Total	178,24	Total	120,83

En el cuadro 7 se ostenta el secuestro de CO₂ de las 25 especies que presentan el mayor contenido de dióxido de carbono, donde se puede apreciar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre reporta 143,36 tCO₂/ha que representa el 80,43% de un total de 178,26 tCO₂/ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado exhibe 97,95 tCO₂/ha que constituye el 81,06% de un total de 120,83 tCO₂/ha. Además las especies: *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (9,81 tCO₂/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (8,93

tCO₂/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (8,80 tCO₂/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (8,18 tCO₂/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (8,02 tCO₂/ha), son las especies que lucen el más alto contenido de secuestro de CO₂ del área de estudio.

9.4. Valor económico del CO₂ almacenado en los bosques del área de estudio

Cuadro 8. Valor económico del CO₂ almacenado en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado

N°	Terraza baja con drenaje muy pobre		Terraza baja con drenaje moderado	
	Nombre común	VE CO ₂ US\$/ha	Nombre común	VE CO ₂ US\$/ha
1	Cumala aguanillo	44,14	Cumala	29,27
2	Cumala blanca	40,20	Cumala aguanillo	26,73
3	Andiroba	39,60	Lagarto caspi	26,11
4	Cumala caupuri	36,79	Andiroba	18,79
5	Cumala blanca	36,08	Caimitillo	18,61
6	Lupuna	35,89	Lupuna	18,35
7	Marimari	29,47	Machimango	16,91
8	Machimango	23,11	Capirona	16,54
9	Canilla de vieja	21,13	Loro caspi	16,25
10	Estoraque	20,63	Huimba	14,63
11	Cedro colorado	20,52	Azúcar huayo	14,34
12	Capirona	18,96	Cumala caupuri	13,60
13	Boa caspi	17,56	Dalmata	12,60
14	Añuje rumbo	17,53	Cedro colorado	12,47
15	Capinuri	16,90	Cumala blanca	11,03
16	Loro caspi	16,68	Capinuri	10,82
17	Caimitillo	13,51	Canilla de vieja	10,16
18	Maria buena	13,22	Copaiba	9,74
19	Huimba	12,71	Estoraque	8,64
20	Ana caspi	10,73	Ana caspi	7,77
21	Huayruro	10,34	Marimari	7,72
22	Azúcar huayo	8,22	Huayruro	5,96
23	Dalmata	6,39	Añuje rumbo	5,28
24	Lagarto caspi	6,14	Maria buena	5,26
25	Copaiba	4,43	Boa caspi	0,31
	Sub total	520,88	Sub total	337,88
	Total	802,09	Total	543,73

El valor económico del secuestro de CO₂ de los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado se presenta en el cuadro

8. También, es posible aseverar que las 25 especies que muestran el más alto valor económico del bosque de terraza con drenaje muy pobre asciende a US\$ 520,88/ha que representa el 64,90% de un total de US\$ 802,09/ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado luce 337,88 US\$/ha que constituye el 62,14% de un total de US\$ 543,73/ha. Asimismo, se observa que la especie *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre es la que exhibe el mayor valor económico con US\$ 44,14/ha; mientras que para el bosque de terraza baja con drenaje moderado está representada por la especies *Virola albidiflora* “cumala” con US\$ 29,27/ha. Además las especies *Poecilanthus effusus* “maria buena” (US\$ 5,26/ha), *Copaifera paupera* “copaiba” (US\$ 4,43/ha) y *Macrolobium multijugum* “boa caspi” (US\$ 0,31/ha) reportan los menores valores para los dos tipos de bosque.

X. DISCUSIÓN

10.1. Biomasa total por tipo de bosque de la zona evaluada

Es necesario conocer la cantidad de biomasa de las especies arbóreas para estimar la cantidad de carbono que captura un bosque, proceso que actualmente representa un servicio ambiental, por lo anterior esto constituye una alternativa para el manejo de los recursos naturales encaminada al desarrollo sostenible y representa una alternativa de obtención de beneficios para las comunidades (Avendaño *et al.* 2007).

La biomasa de las 25 especies por tipo de bosque del área de estudio se presenta en los cuadros 3 y 4, en las cuales es posible aseverar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre ostenta 78,52 t/ha de biomasa total estimada; mientras que 53,65 t/ha le concierne al bosque de terraza baja con drenaje moderado. Además, se puede afirmar el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre reporta la mayor cantidad de biomasa total estimada para las quince hectáreas evaluadas con 97,62 t/ha y menor valor muestra el bosque de terraza baja con drenaje moderado con 66,18 t/ha. Asimismo, las especies *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (5,37 t/ha), *Viola loretensis* “cumala blanca” (4,89 t/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (4,82 t/ha) del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre y las especies *Viola albidiflora* “cumala” (3,56 t/ha), *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (3,25 t/ha) y *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (3,18 t/ha) del bosque de terraza baja con drenaje moderado, son las que exhiben el mayor valor de biomasa total estimada y menor valor ostenta la especie *Maquira coriácea* “capinuri” (1,32 t/ha) del área de estudio.

Del mismo modo, el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre alcanzaría en total 8893,18 t/ha de biomasa total estimada para 113,26 ha, mientras que el

bosque de terraza baja con drenaje moderado ostentaría 161 624,13 t/ha para 2442,19 ha.

Frías (2015), para un estudio sobre biomasa total y stock de carbono en la cuenca media del río Arabela, indica que las 25 especies del bosque de terraza baja que reportan los mayores valores de biomasa total asciende a 169,49 t/ha que representa el 88,33% de un total de 191,88 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Eschweilera bracteosa* “machimango negro” (32,90 t/ha), *Dipterix odorata* “charapilla” (19,27 t/ha), *Buchenavia amazonia* “yacushapana” (14,99 t/ha), *Guatteria elata* “carahuasca” (14,44 t/ha) y *Licania octandra* “parinarillo” (10,81 t/ha) y menores valores muestran las especies *Cariniana decandra* “papelillo” (2,12 t/ha), *Castilla ulei* “caucho” (2,03 t/ha) y *Helicostylis tomentosa* “misho chaqui” (1,80 t/ha); mientras que las 25 especies del bosque de terraza alta exhibe 141, 67 t/ha que representa el 66,29% de un total de 213,72 t/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde son: *Pouteria guianensis* “caimitillo” (18,60 t/ha), *Eschweilera bracteosa* “machimango negro” (13,06 t/ha), *Parkia igneiflora* “pashaco” (13,02 t/ha), *Inga* sp “shimbillo” (11,45 t/ha) y *Couepia bracteosa* “parinari” (9,79 t/ha) y menores valores muestran las especies *Vochysia vismiifolia* “quillosa” (2,46 t/ha), *Ocotea* sp “moena” (2,35 t/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (2,22 t/ha). Luna (2013), obtuvo para un estudio sobre contenido de carbono almacenado en los fustes de nueve especies comerciales de un bosque de colina baja 3,69 t/ha de biomasa. Asimismo, las especies que exponen los mayores valores de biomasa son: *Virola calophylla* “cumala” (0,72 t/ha) y *Cedrela odorata* “cedro” (0,60 t/ha) y menores valores presentan las especies *Caryocar glabrum* “almendra” (0,09 t/ha) y *Nectandra acuminata* “moena” (9,23 t/ha). Estos resultados difieren al ser confrontados con los obtenidos en el

presente estudio, pero resultan ser similares con algunas especies más importantes que muestran los más altos valores.

La diferencia de los valores encontrados en los diversos estudios podría afirmarse que la producción de biomasa está influenciada por factores como: edad, calidad de sitio, especies, densidad, exposición, cambios estacionales, entre otros.

10.2. Estimación del stock de carbono por tipo de bosque de la zona evaluada

Es vital el papel que tiene la vegetación forestal para capturar el dióxido de carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis e incorporarlo a las estructuras vegetales (ramas, tallo, hojas, frutos, entre otros), para así reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera, mitigando a largo plazo el cambio climático (Ordoñez, 2008 citado por Frías, 2015). De ahí se desprende la importancia del manejo forestal, de entender el concepto de captura de carbono y de asumir las responsabilidades de nuestras emisiones mediante el pago por servicios ambientales.

El stock de carbono de las 25 especies por tipo de bosque del área de estudio se muestra en los cuadros 5 y 6, donde el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre luce 39,10 tC/ha, mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado exhibe 26,72 tC/ha. También es preciso indicar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre ostenta el mayor valor de stock de carbono estimado para las quince hectáreas evaluadas con 48,62 tC/ha y menor valor presenta el bosque de terraza baja con drenaje moderado con 32,96 tC/ha.

Además, las especies que exponen los mayores valores de contenido de carbono total del área de estudio están representados por *Otoba glycyarpa* "cumala

aguanillo” (2,68 tC/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (2,44 tC/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (2,40 tC/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (2,23 tC/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (2,19 tC/ha) y menores valores presentan las especies *Macrolobium bifolium* “dalmata” y *Cedrela odorata* “cedro colorado” con 0,76 tC/ha, *Virola albidiflora* “cumala blanca con 0,67 tC/ha y *Maquira coriácea* “capinuri” con 0,66 tC/ha.

Sosa (2015), manifiesta que las 25 especies que reportan mayor valor de contenido de carbono del bosque de terraza baja asciende a 88,55 tC/ha que representa el 82,33% de un total de 107,55 tC/ha. Las cinco especies con mayor contenido de carbono están representadas por *Inga ingoides* “shimbillo” (12,33 tC/ha), *Tachigali paniculata* “tanganarana” (12,01 tC/ha), *Eschweilera parvifolia* “machimango negro” (9,21 tC/ha), *Pouteria pubescens* “caimitillo” (6,15 tC/ha) y *Pouteria procera* “quinilla” (5,96 tC/ha); mientras que para las 25 especies más importantes del bosque de colina baja suman 127,62 tC/ha que representa el 80,44% de un total de 158,66 tC/ha, donde las cinco especies con mayor contenido de carbono total están constituidos por *Eschweilera gigantea* “machimango negro” (29,38 tC/ha), *Inga ingoides* “shimbillo” (9,93 tC/ha), *Pouteria ephedrantha* “caimitillo” (9,78 tC/ha), *Tachigali chrysophylla* “tanganarana” (9,25 tC/ha) y *Ocotea rubra* “moena” (7,37 tC/ha). Del Águila (2013), para un estudio sobre secuestro de CO₂ indica que la plantación que presenta mayor almacenamiento de carbono es la de 43 años con 186,93 tC/ha, seguido de la edad de 35 años con 137,80 tC/ha y la 27 años muestra 35,30 tC/ha, demostrando que el carbono almacenado depende de la edad de plantación. Estos resultados resultan ser diferentes al ser confrontados con los obtenidos en el presente estudio.

La diferencia que se observa según Segura (1997), Ortiz y Riascos, (2006) citado por Gonzales (2013), se debe al tipo de bosque o vegetación, densidad de la madera, factores de ajuste de biomasa calculada a partir de volúmenes, así como también a las condiciones del sitio, como localización y clima; mientras que Francis (2000) citado por Álvarez (2008), señala que el contenido de carbono en la biomasa arbórea se ve influenciado por la calidad del sitio y edad de las plantaciones, obteniendo contenidos de carbono entre 32 y 40% para plantaciones de *Gmelina arborea*, 32 a 36% para *Tectona grandis* y 33 a 36% para *Bombacopsis quinata*.

10.3. Secuestro de CO₂ de los bosques de la zona evaluada

Un importante elemento en los estudios sobre los cambios que ocurren a escala mundial en la actualidad es la biomasa forestal, ya que gracias al efecto atenuador (sumidero) los bosques secuestran los excedentes de los gases de efecto invernadero, de un modo temporal (biomasa) y permanente (suelo) (Martínez de Saavedra y Sánchez, 2000 citado por Balam, 2013).

El secuestro de CO₂ de las 25 especies que muestran el más alto contenido de dióxido de carbono se exhibe en el cuadro 7, en la cual es factible afirmar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre muestra el más alto valor con 143,36 tCO₂/ha que representa el 80,43% del total, mientras que el menor valor ostenta el bosque de terraza baja con drenaje moderado con 97,95 tCO₂/ha que representa el 81,06%. También, se puede aseverar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre obtuvo el mayor valor de secuestro de CO₂ para las quince hectáreas evaluadas con 178,24 tCO₂/ha; mientras que el menor valor alcanzó el bosque de terraza baja con drenaje moderado con 120,83 tCO₂/ha.

Además, las especies que muestran mayores valores de secuestro de CO₂ del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre están representados por *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (9,81 tCO₂/ha), *Virola loretensis* “cumala blanca” (8,93 tCO₂/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (8,80 tCO₂/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (8,18 tCO₂/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (8,02 tCO₂/ha), mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado presenta a *Virola albidiflora* “cumala” (6,50 tCO₂/ha), *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (5,94 tCO₂/ha), *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (5,80 tCO₂/ha), *Ocotea longifolia* “moena” (5,70 tCO₂/ha) y *Pouteria hispida* “quinilla” (5,22 tCO₂/ha).

Sosa (2015), indica que el bosque de colina alta reporta el mayor valor de secuestro de CO₂ de las 25 especies con 522,44 tCO₂/ha que representa el 88,34% del total, mientras que el menor valor muestra el bosque de terraza baja con 324,66% que representa el 82,33%. Además asevera que el bosque de colina alta alcanzó el más alto valor de secuestro de CO₂ para las nueve hectáreas evaluadas con 591,40 tCO₂/ha que representa el 37,73% y el menor valor obtuvo el bosque de terraza baja con 394,32 tCO₂/ha que representa el 25,16%. Por su parte Ucañay (2014), en su estudio de investigación sobre valoración económica y secuestro de carbono indica que la parcela de 27 años a secuestrado la mayor cantidad de dióxido de carbono a un equivalente de 265,19 tCO₂/ha, le sigue en importancia la parcela de 22 años con 119,98 tCO₂/ha y la parcela de 6 años con solamente 4,71 tCO₂/ha. Estos resultados difieren al ser comparados con los conseguidos en el presente estudio.

Según el ICRAF (2003) citado por Gonzales (2013), indica que las diferencias encontradas con respecto a la cantidad de secuestro de CO₂ se relaciona a la

capacidad de los bosques de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinada por las condiciones del suelo y clima; mientras que Montoya *et al.* (1995) citado por Balam (2013), manifiesta que la conservación de los recursos forestales, el establecimiento y manejo forestal, así como las prácticas de agroforestería podrían contribuir al secuestro global de carbono, para lo cual en muchos países es muy importante el papel de los dueños y poseedores de los recursos forestales

10.4. Valoración económica del CO₂ almacenado en los bosques de la zona evaluada

La valoración económica es el proceso mediante el cual se hace una medición o estimación cuantitativa del beneficio/utilidad generado por el uso de un ecosistema y sus recursos naturales y el beneficio o utilidad proporcionado por su mera existencia (SEMARNAT, 2004 citado por Balam, 2013).

Las 25 especies que reportan el mayor valor económico del secuestro de CO₂ se indica en el cuadro 8, en la cual es posible comprobar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre reporta el más alto valor con 520,88 US\$/ha y el menor valor le pertenece al bosque de terraza baja con drenaje moderado con 337,88 US\$/ha. Además, se puede afirmar que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre muestra el mayor valor económico para las quince hectáreas evaluadas con 802,09 US\$/ha y el menor valor presenta el bosque de terraza baja con drenaje moderado con 543,73 US\$/ha. Asimismo, la especie *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” con 44,14 US\$/ha del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre es la que ostenta el más alto valor económico de secuestro de CO₂ del área de estudio; mientras que el menor valor está representada por la

especie *Macrolobium multijugum* “boa caspi” con 44,14 US\$/ha del bosque de terraza baja con drenaje moderado.

También se indica que el bosque de terraza baja con drenaje muy pobre alcanzaría en total US\$ 58 994,87 de valor económico estimado para 113,26 ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado ostentaría US\$ 825 167,16 para 2442,19 ha.

Sosa (2015), manifiesta que el valor económico del secuestro de CO₂ de las 25 especies del bosque de colina alta asciende a 4116,86 US\$/ha y el menor le corresponde al bosque de terraza baja con 2558,30 US\$/ha. También asevera que el bosque de colina alta obtuvo el más alto valor económico para las nueve hectáreas evaluadas con 4660,22 US\$/ha que representa el 33,33% y el menor valor reporta el bosque de terraza baja con 3107,23 US\$/ha que representa el 25,16%; mientras que Ucañay (2014), revela que la valoración económica del secuestro de CO₂ de las plantaciones de 27; 22 y 6 años de *Parkia* sp. según los precios de la bolsa de sendeco₂, dan un total de US\$ 2 089,67/ha. Asimismo, indica que la parcela 31 de 27 años presenta mayor valor económico con US\$ 1421,41/ha, sin embargo en la parcela 03 y la parcela 63 presentan menor valor económico con US\$ 643,05/ha y US\$ 25,21/ha, respectivamente. Por su parte Gonzales (2013), hace referencia que el mayor valor económico del secuestro de dióxido de carbono (CO₂) presenta la plantación de 33 años con 2398,40 US\$/ha; seguido de la plantación de 22 años con 1936,20 US\$/ha y finalmente la de menor cantidad la plantación de 13 años con 939,66 US\$/ha. Estos valores resultan ser diferentes al ser cotejados con los conseguidos en el presente estudio.

Hernández y Vargas (2005), afirman que la creación de mecanismos internacionales para que diversos países puedan comprar y vender servicios de absorción de CO₂, es potencialmente una fuente importante de financiamiento para proteger los bosques, porque responden a la preocupación global por el deterioro ambiental mundial, como también mejorar su propia economía

XI. CONCLUSIONES

1. El bosque de terraza baja con drenaje muy pobre, reporta para las 25 especies que obtuvieron la mayor cantidad de biomasa 78,52 t/ha que representa el 80,43% del total; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje pobre muestra 53,65 t/ha que constituye el 81,07%.
2. Las 25 especies que muestran el más alto stock de carbono por tipo de bosque con 39,10 tC/ha (80,42%) le corresponde al bosque de terraza baja con drenaje muy pobre y 26,72 tC/ha (81,07%) le pertenece al bosque de terraza baja con drenaje moderado.
3. Las 25 especies que presentan el mayor secuestro de CO₂ por tipo de bosque con 143,34 tCO₂/ha (80,43%) le concierne al bosque de terraza baja con drenaje muy pobre; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado exhibe 97,95 tCO₂/ha (81,06%).
4. El bosque de terraza baja con drenaje muy pobre muestra para las 25 especies el más alto valor económico de secuestro de CO₂ con 520,88 US\$/ha, que representa el 62,14% del total y el bosque de terraza baja con drenaje moderado luce 337,88 US\$/ha que constituye el 62,14%.
5. Se acepta la hipótesis en el sentido de que el valor económico del secuestro de CO₂ varía en los bosques de terraza baja con drenaje muy pobre y terraza baja con drenaje moderado.

XII. RECOMENDACIONES

1. Utilizar los resultados del presente estudio para un marco de análisis, consulta y soporte para todas aquellas personas e instituciones interesadas en el manejo forestal sostenible y el desarrollo de investigaciones que tengan como propósito la cuantificación de biomasa y carbono con fines de valoración.
2. Insertar nuestros bosques en el mercado de carbono, promocionando la oferta de captura de carbono a través de las instituciones promotoras, con la finalidad de mejorar el nivel de vida de las poblaciones asentadas en dichos lugares.
3. Efectuar estudios de cuantificación de carbono en el suelo y materia orgánica, con la intención de adquirir datos más exactos del almacenaje de carbono que presentan estos bosques.

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. 2003. Diseño y aplicación de un método para medir los almacenes de carbono en sistemas con vegetación forestal y agrícolas de ladera en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México. 135 p.
- Alegre, J. 2008. Manejo de sistemas Agroforestales para la recuperación de los suelos degradados de la Amazonia y generación de servicios medio ambientales. En: XI congreso Nacional y IV Internacional de la Ciencia del Suelo. "Suelos: Agricultura Sustentable. Biodiversidad y Agroforesteria para el Desarrollo Rural". Tarapoto - Perú. p 34-50.
- Álvarez, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis (Magister Scientiae). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Catie. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- Avendaño, H. 2006. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar la biomasa y carbono en *Abies religiosa* Schl. et Cham., Tlaxcala México. 66 p.
- Avendaño, H. D.; M. Acosta.; F. Carrillo y J. D. Etchevers. 2007. Estimación de biomasa y carbono en árboles de *Abies religiosa* (H.B.K.) Schl. et Cham, mediante ecuaciones alométricas, In: Memoria del VII Congreso Mexicano de recursos forestales, 28 al 31 de octubre. Morelia Michoacán. México. 9 p.
- Balam, L. M. 2013. Valoración económica del servicio ambiental: captura de carbono, en la reserva forestal Xilitla, San Luis Potosí. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México. 65 p.

- Bonilla, E. 2009. Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *pinus montezumae* lamb. Tesis (Ingeniero Forestal). División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 60 p.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. *FAO Forestry Paper*. 134 (1): 50-55
- Brown, S. 2000. Los bosques fuentes o sumidero de carbono. www.google.com.
<http://wrm.org>. Revisado 15/5/2016.
- Brown, S.; A. J. Gillespie y A. E. Lugo. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*. 35 (1): 12-15
- Castro, G.; C. Parant y D. Parant. 2001. Aspectos de la teoría de los sistemas en biología. http://www2.udec.cl/~pedropacardenas/Articulo_3.doc.
Consultado: 25/05/14.
- Chacón, P; Leblanc, H. A; Russo, RO. 2007. Fijación de carbono en un bosque secundario de la región tropical húmeda de Costa Rica. Universidad EARTH. Costa Rica. *Tierra Tropical* 3(1): 1-11.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. A. Cairns, J. Q. Chambers, D. Eamus, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J. P. Lescure, B. W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera, And T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Ecosystem Ecology* 145: 87-99
- Cruz, M. Z. 2007. Sistema de ecuaciones para estimación y participación de biomasa aérea en Atopixco, Zacualtipan, Hidalgo. Tesis (Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 39 p.

- Del Águila, C. 2013. Secuestro de CO₂ y almacenamiento de carbono en plantaciones de *Cedrelinga cateniformis* ducke “tornillo” en tres edades diferentes en el CIEFOR-Puerto Almendra, río Nanay, Iquitos-Perú. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 58 p.
- Del Castillo, D. M. 2015. Cuantificación de la biomasa aérea del Arboretum “El Huayo” del Centro de Investigación y Enseñanza Forestal Puerto Almendra. Tesis (Magister en Ciencias en Gestión Ambiental). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Escuela de Post grado José Torres Vásquez. Iquitos, Perú. 52 p.
- FAO. 2000. Sistema de uso de la tierra en los trópicos húmedos y las emisión y secuestro de CO₂. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 65 p.
- Franco, S. 2007. Estimación de valor económico del servicio ambiental de captura de carbono en los bosques templados del Estado de México. La captura de carbono en ecosistemas terrestres Iberoamericanos. México. 160 p.
- Frias, J. 2015. Biomasa total y stock de carbono en tres tipos de bosque en la cuenca media del río Arabela. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Loreto-Perú. 106 p.
- Gamarra, J. 2001. Estimación del contenido de carbono en plantaciones de eucaliptus (*globulus labill*) en Junín. Perú. En Simposio internacional de medición y captura de carbono en ecosistemas forestales del 18-21 de Octubre- Valdivia-Chile. 21 p.

- Garcidueñas, M. 1987. Producción de biomasa y acumulación de nutrientes en un rodal de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis (De Maestría), Colegio de Postgraduados. Chapingo México. 243 p.
- Gayoso, J.; J. Guerra. y D. Alarcon. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Proyecto FONDEF. Universidad Austral Chile. Valdivia, Chile. 157 p.
- Gómez, S. 1991. Efecto del espaciamiento en la producción de biomasa de *Acacia retinoides* Schl., *Casuarina equisetifolia* Forst. y *Eucalyptus globulus* Labill., en Chapingo México. Tesis (De Licenciatura). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 98 p.
- Gonzales, J.; O. Paz.; M.; Zaballa y R. Ramiro. 2006. Estrategia de participación en el mecanismo de desarrollo limpio y en otros esquemas de comercio de emisiones de gases de efecto invernadero en el marco del plan nacional de desarrollo de Bolivia. Mitigación del cambio climático. Programa Nacional de Cambios Climáticos. Bolivia. 75 p.
- Gonzales, P. G. 2013. Valoración económica del secuestro de CO₂ en plantaciones de *Vochysia lomatophylla* (standl) “quillosa” de diferentes edades en el CIEFOR Puerto Almendra. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 74 p.
- González, M. 2008. Estimación de la biomasa aérea y la captura de carbono en regeneración natural de *pinus maximinoi* h. e. moore, *pinus oocarpa* var. *ochoterenai* mtz. y *quercus* sp en el norte del estado de Chiapas, México. Tesis (*Magister Scientiae*). En Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, 2008.

- Hernandez, D. y Vargas, A. M. 2005. Aproximación a la valoración económica de la absorción de CO_2 y producción de O_2 en la reserva forestal protectora de los ríos blanco y negro. Título (Ingeniera Ambientales y Sanitarias). Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Bogotá. 165 p.
- Higuchi, N. e Carvalho, J. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Seminário emissão y sequestro de CO_2 -uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto Alegre. Anais do seminário. Companhia vale do rio Doce, rio do Janeiro. 125-153 p.
- Honorio, E. y Baker, T. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana/ Universidad de Leeds. Lima. 54 p. [Fecha de consulta: 01 de febrero del 2013]. Disponible en: <http://www.rainfor.org/upload/Manuals>.
- Jimenez, C. 2010. Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en la parte aérea de *Pinus hartwegii* Lindl., en el Parque Nacional Izta-Popo. Tesis (Ingeniero en Restauración Forestal). Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. México. 55 p.
- Lindorf, H., L. De Parisca y P. Rodríguez. 1991. Botánica, clasificación, estructura y reproducción. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Lino, K. 2009. Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Tesis (Ingeniera Forestal). Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa. 70 p.
- López, M. D.; P. L. Soto.; F. G. Jiménez y S. D. Hernández. 2003. Relaciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de acacia pennatula y guazuma ulmifolia en dos comunidades del norte de Chiapas, México. Interciencia. Caracas, Venezuela. 339 p.

- Luna, S. 2013. Contenido de carbono almacenado en los fustes de nueve especies comerciales de un bosque húmedo tropical de colina baja en el distrito del Yavari. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 70 p.
- Macdicken, K. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Estados Unidos, F. C. M. P. Winrock International Institute for Agricultural Development. 91 p.
- Medina, C. 2006. Indicadores de impactos de los sistemas forestales y agroforestales. POSAF. 28 p.
- Merino, A; Rey, C; Brañas, J; Rodríguez, R. 2003. Biomasa arbórea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. *investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*. 12 (2): 85 – 98.
- Montoya, G. y Tipper, R. 1995. Cuadernos de trabajo 4: Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología. México. 50 p.
- Ordóñez, J. A. 1999. Captura de carbono en un bosque templado, el caso de San Juan Nuevo, Michoacán. SEMARNAP-INE. México. 74 p.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 2001. Tercer Informe de evaluación del cambio climático 2001. Suiza. 83 p.
- Panel Intergubernamental De Cambio Climático (IPCC). 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES) - IPCC. 628 p
- Panel Intergubernamental De Cambio Climático (IPCC). 2007. Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. 104 p.

- Pérez, E. N. y J. Nuñez. 2010. La responsabilidad civil por la deforestación como daño ambiental puro en el Perú. Tesis (Abogado). Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Derecho y Ciencias Políticas. 262 p.
- Ramírez, M. 2013. Contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aprovechamiento forestal de un bosque húmedo tropical en la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 74 p.
- Ramírez, O. A.; Finnegan, B.; Rodríguez, L. y Ortiz, R. 1994. Evaluación económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono: El caso de un bosque húmedo tropical bajo diferentes estrategias del Manejo Sostenible. En Análisis económico de impactos ambientales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). Editado por Dixon J.A; Fallon Scura L; Carpenter R.A y Sherman P.B. Edición Latinoamericana. Turrialba, Costa Rica. 26 p.
- Rodríguez, L, R.; P. J. Jiménez.; C. O. Aguirre y G. E. Treviño. 2006. Estimación del carbono almacenado en bosques de niebla en Tamaulipas, México. Ciencia UANL IX (2): p. 179 - 187
- Saenz, A. 1996. Certifiable, tradeable off sets in Costa Rica. Oficina Costarricense de Implementación Conjunta (OCIC), En: Jo int implementation quarterly. 23 p.
- Segura, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en *Quercus costaricensis* en un bosque de altura de la cordillera de Salamanca, Costa Rica. Tesis (Licenciatura). Universidad Nacional, Heredia, CR. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Costa Rica. 147p.

- SENAMHI, 2015. Boletín Regional del SENAMHI-Loreto. Noviembre 2015. 20 p.
Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/04205SENA-33.pdf>.
- Sosa, J. O. 2015. Valoración económica del secuestro de co2 en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Loreto-Perú. 82 p.
- Ucañay, T. M. 2014. Valoración económica del secuestro del CO₂ en plantaciones de *parkia* sp. "pashaco" de diferentes edades en el CIEFOR-Puerto Almendra. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. en , Iquitos-Perú" 59 p.
- Vallejo, Á. 2009. Cambio climático, bosques y uso de la tierra. Curso Formulación de Proyectos MDL Forestal y Bioenergía. Carbón Descisions. Buenos Aires. Argentina. 16-20 de febrero. 29 p. [Fecha de consulta: 01 de febrero del 2013]. Disponible en: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web>
- Vidal, A; Benítez, J; Rodriguez, J; Carlos, R; Gra, H. 2002. Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en la E.F.I. La Palma de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Quebracho 11: 60-66.
- Walsh-Perú-A. 2012. Línea base física - EIAS de la prospección sísmica 2D en los lotes 123 y 124. p. 318-375.
- Walsh-Perú-B. 2012. Línea Base Biológica - EIAS de la prospección sísmica 2D en los Lotes 123 y 124. Lima-Perú. 417 p.
- Wei, S.; Gutiérrez, E. E. 2012. Ecuación para estimar la biomasa arbórea en los bosques tropicales de Costa Rica. Tecnología en marcha. 54 p.

- Zamora, J. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del ejido "la majada" municipio de Pperiban de Ramos, Michoacán. (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Agrobiología. 47 p.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G.*, Coomes, D. A., ILIC, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., And Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad>. 235 p.

ANEXO

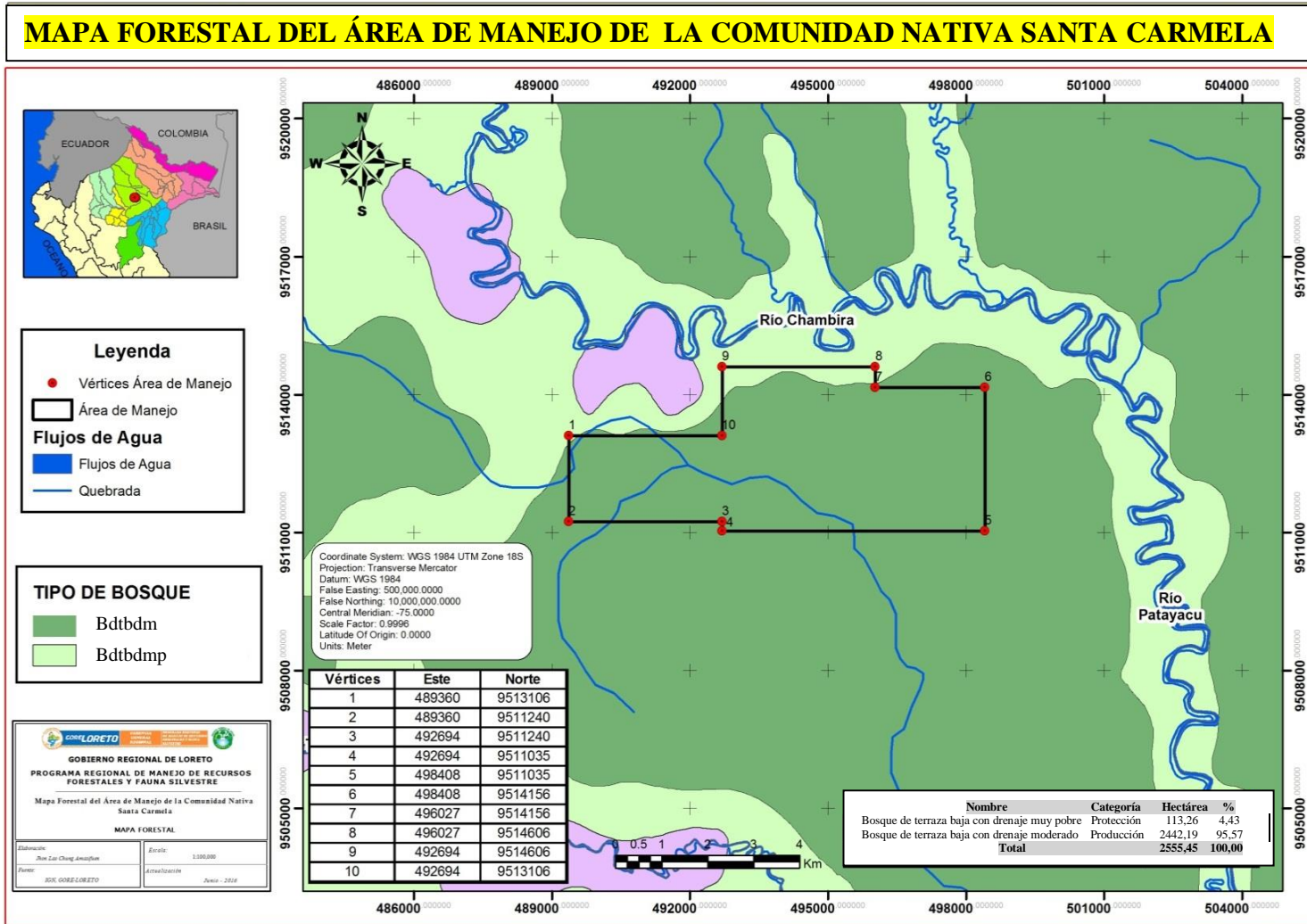


Figura 1. Mapa forestal del área de estudio

Cuadro 1. Resultados de biomasa, carbono, secuestro de CO₂ y valorización económica del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) kg/ha	Carbono total (CAT) tC/ha	Secuestro de CO ₂ tCO ₂ /ha	VE CO ₂ US\$/ha
1	Cumala aguanillo	4476,95	895,39	5372,35	5350,86	2675,43	2,68	9,81	44,14
2	Cumala blanca	4077,28	815,46	4892,74	4873,17	2436,59	2,44	8,93	40,20
3	Andiroba	4016,34	803,27	4819,61	4800,33	2400,17	2,40	8,80	39,60
4	Cumala caupuri	3731,59	746,32	4477,91	4459,99	2230,00	2,23	8,18	36,79
5	Cumala blanca	3659,76	731,95	4391,71	4374,14	2187,07	2,19	8,02	36,08
6	Lupuna	3640,35	728,07	4368,42	4350,95	2175,47	2,18	7,98	35,89
7	Palisangre	3390,94	678,19	4069,12	4052,85	2026,42	2,03	7,43	33,43
8	Quinilla	3371,00	674,20	4045,20	4029,02	2014,51	2,01	7,39	33,24
9	Marimari	2988,53	597,71	3586,24	3571,89	1785,95	1,79	6,55	29,47
10	Moena	2522,34	504,47	3026,80	3014,70	1507,35	1,51	5,53	24,87
11	Remo caspi	2433,15	486,63	2919,78	2908,10	1454,05	1,45	5,33	23,99
12	Machimango	2343,59	468,72	2812,30	2801,05	1400,53	1,40	5,13	23,11
13	Tornillo	2305,00	461,00	2766,00	2754,94	1377,47	1,38	5,05	22,73
14	Canilla de vieja	2142,99	428,60	2571,59	2561,30	1280,65	1,28	4,70	21,13
15	Peine de mono	2138,13	427,63	2565,75	2555,49	1277,75	1,28	4,68	21,08
16	Estoraque	2092,38	418,48	2510,85	2500,81	1250,41	1,25	4,58	20,63
17	Cedro colorado	2081,53	416,31	2497,84	2487,85	1243,92	1,24	4,56	20,52
18	Marupa	1960,38	392,08	2352,45	2343,04	1171,52	1,17	4,30	19,33
19	Capirona	1923,50	384,70	2308,20	2298,97	1149,48	1,15	4,21	18,96
20	Boa caspi	1781,37	356,27	2137,64	2129,09	1064,54	1,06	3,90	17,56
21	Añuje rumo	1778,12	355,62	2133,74	2125,21	1062,60	1,06	3,90	17,53
22	Paliperro	1722,42	344,48	2066,90	2058,64	1029,32	1,03	3,77	16,98
23	Capinuri	1714,31	342,86	2057,17	2048,94	1024,47	1,02	3,76	16,90
24	Loro caspi	1691,91	338,38	2030,29	2022,17	1011,08	1,01	3,71	16,68
25	Yacushapana	1449,56	289,91	1739,47	1732,51	866,26	0,87	3,18	14,29

Continuación del cuadro 1

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) kg/ha	Carbono total (CAT) tC/ha	Secuestro de CO ₂ tCO ₂ /ha	VE CO ₂ US\$/ha
26	Caimitillo	1369,76	273,95	1643,71	1637,13	818,57	0,82	3,00	13,51
27	Maria buena	1341,14	268,23	1609,37	1602,93	801,46	0,80	2,94	13,22
28	Huimba	1288,62	257,72	1546,35	1540,16	770,08	0,77	2,82	12,71
29	Pashaco	1287,67	257,53	1545,20	1539,02	769,51	0,77	2,82	12,70
30	Tortuga caspi	1228,65	245,73	1474,38	1468,49	734,24	0,73	2,69	12,11
31	Ana caspi	1088,18	217,64	1305,81	1300,59	650,29	0,65	2,38	10,73
32	Huayruro	1049,15	209,83	1258,98	1253,95	626,97	0,63	2,30	10,34
33	Papelillo	1020,17	204,03	1224,20	1219,31	609,65	0,61	2,24	10,06
34	Palta moena	994,15	198,83	1192,98	1188,21	594,10	0,59	2,18	9,80
35	Shihuahuaco	969,90	193,98	1163,88	1159,23	579,61	0,58	2,13	9,56
36	Azúcar huayo	833,36	166,67	1000,04	996,04	498,02	0,50	1,83	8,22
37	Renaco	831,13	166,23	997,35	993,36	496,68	0,50	1,82	8,19
38	Dalmata	648,47	129,69	778,16	775,05	387,53	0,39	1,42	6,39
39	Lagarto caspi	622,52	124,50	747,02	744,03	372,02	0,37	1,36	6,14
40	Requia	596,53	119,31	715,84	712,97	356,49	0,36	1,31	5,88
41	Copaiba	449,52	89,90	539,42	537,27	268,63	0,27	0,98	4,43
42	Tahuari	300,32	60,06	360,39	358,95	179,47	0,18	0,66	2,96
		81352,63	16270,53	97623,16	97232,67	48616,33	48,62	178,24	802,09

Cuadro 2. Resultados de biomasa, carbono, secuestro de CO₂ y valorización económica del bosque de terraza baja con drenaje moderado

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) kg/ha	Carbono total (CAT) tC/ha	Secuestro de CO ₂ tCO ₂ /ha	VE CO ₂ US\$/ha
1	Cumala	2968,37	593,67	3562,05	3547,80	1773,90	1,77	6,50	29,27
2	Cumala aguanillo	2711,50	542,30	3253,80	3240,78	1620,39	1,62	5,94	26,73
3	Lagarto caspi	2648,60	529,72	3178,32	3165,60	1582,80	1,58	5,80	26,11
4	Moena	2599,92	519,98	3119,91	3107,43	1553,71	1,55	5,70	25,63
5	Quinilla	2380,34	476,07	2856,41	2844,99	1422,49	1,42	5,22	23,47
6	Pashaco	2200,63	440,13	2640,76	2630,20	1315,10	1,32	4,82	21,70
7	Andiroba	1906,12	381,22	2287,34	2278,19	1139,09	1,14	4,18	18,79
8	Requia	1897,08	379,42	2276,49	2267,39	1133,69	1,13	4,16	18,70
9	Caimitillo	1887,78	377,56	2265,34	2256,27	1128,14	1,13	4,14	18,61
10	Lupuna	1860,97	372,19	2233,16	2224,23	1112,11	1,11	4,08	18,35
11	Machimango	1714,69	342,94	2057,62	2049,39	1024,70	1,02	3,76	16,91
12	Capirona	1677,09	335,42	2012,50	2004,45	1002,23	1,00	3,67	16,54
13	Loro caspi	1648,10	329,62	1977,72	1969,81	984,91	0,98	3,61	16,25
14	Tornillo	1622,99	324,60	1947,59	1939,80	969,90	0,97	3,56	16,00
15	Palisangre	1586,95	317,39	1904,34	1896,72	948,36	0,95	3,48	15,65
16	Tahuari	1552,06	310,41	1862,47	1855,02	927,51	0,93	3,40	15,30
17	Huimba	1483,86	296,77	1780,63	1773,51	886,75	0,89	3,25	14,63
18	Azúcar huayo	1454,19	290,84	1745,03	1738,05	869,02	0,87	3,19	14,34
19	Shihuahuaco	1433,59	286,72	1720,31	1713,43	856,72	0,86	3,14	14,13
20	Cumala caupuri	1379,32	275,86	1655,18	1648,56	824,28	0,82	3,02	13,60
21	Renaco	1331,82	266,36	1598,18	1591,79	795,89	0,80	2,92	13,13
22	Dalmata	1277,98	255,60	1533,58	1527,44	763,72	0,76	2,80	12,60
23	Cedro colorado	1264,62	252,92	1517,54	1511,47	755,74	0,76	2,77	12,47
24	Cumala blanca	1119,15	223,83	1342,98	1337,61	668,80	0,67	2,45	11,03
25	Capinuri	1097,57	219,51	1317,09	1311,82	655,91	0,66	2,40	10,82

Continuación del cuadro 2

N°	Nombre común	Biomasa aérea total (Bat) kg/ha	Biomasa radicular (Br) kg/ha	Biomasa verde total (Bvt) Kg/ha	Biomasa seca (Bs) t/ha	Carbono total (CAT) kg/ha	Carbono total (CAT) tC/ha	Secuestro de CO ₂ tCO ₂ /ha	VE CO ₂ US\$/ha
26	Canilla de vieja	1030,44	206,09	1236,52	1231,58	615,79	0,62	2,26	10,16
27	Copaiba	987,76	197,55	1185,32	1180,58	590,29	0,59	2,16	9,74
28	Papelillo	980,61	196,12	1176,73	1172,02	586,01	0,59	2,15	9,67
29	Estoraque	876,06	175,21	1051,27	1047,06	523,53	0,52	1,92	8,64
30	Ana caspi	787,93	157,59	945,51	941,73	470,86	0,47	1,73	7,77
31	Marimari	782,55	156,51	939,06	935,30	467,65	0,47	1,71	7,72
32	Yacushapana	714,74	142,95	857,69	854,26	427,13	0,43	1,57	7,05
33	Huayruro	604,84	120,97	725,81	722,91	361,45	0,36	1,33	5,96
34	Peine de mono	603,72	120,74	724,47	721,57	360,79	0,36	1,32	5,95
35	Remo caspi	591,44	118,29	709,73	706,89	353,44	0,35	1,30	5,83
36	Añuje rumo	535,40	107,08	642,48	639,91	319,96	0,32	1,17	5,28
37	Maria buena	533,54	106,71	640,25	637,69	318,84	0,32	1,17	5,26
38	Marupa	429,79	85,96	515,75	513,69	256,84	0,26	0,94	4,24
39	Tortuga caspi	423,10	84,62	507,72	505,69	252,84	0,25	0,93	4,17
40	Palta moena	327,74	65,55	393,29	391,71	195,86	0,20	0,72	3,23
41	Paliperro	201,57	40,31	241,88	240,92	120,46	0,12	0,44	1,99
42	Boa caspi	31,68	6,34	38,01	37,86	18,93	0,02	0,07	0,31
		55148,19	11029,64	66177,83	65913,12	32956,56	32,96	120,83	543,73

CONSTANCIA

EL COORDINADOR DEL HERBARIUM AMAZONENSE, AMAZ-CIRNA, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas presentados por la **Grimilda Rosa Génesis Riofrio Garay**, bachiller de la escuela de formación profesional de ecología de bosques tropicales de la facultad de ciencias forestales de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana y la relación de los nombres vulgares, nombres científicos y familia de las especies forestales, pertenecen al proyecto de tesis titulado: **“Valoración Económica del Secuestro de CO₂ en Dos Tipos de Bosque en el Distrito de Urarinas, Loreto-Perú-2016”**, fueron verificados e identificados en este centro de investigación y enseñanza, como a continuación se indica:

Bosque de terraza baja con drenaje muy pobre

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Cumala aguanillo	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W.A. Rodrigues & T.S. Jaramillo	Myristicaceae
2	Cumala blanca	<i>Viola loretensis</i> A.C. Sm.	Myristicaceae
3	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
4	Cumala caupuri	<i>Viola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	Myristicaceae
5	Cumala blanca	<i>Viola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
6	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
7	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
8	Quinilla	<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Sapotaceae
9	Marimari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Fabaceae
10	Moena	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Lauraceae
11	Remo caspi	<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Apocynaceae
12	Machimango	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	Lecythidaceae
13	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
14	Canilla de vieja	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Rubiaceae
15	Peine de mono	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Malvaceae
16	Estoraque	<i>Myroxylum balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae
17	Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
18	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
19	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	Rubiaceae
20	Boa caspi	<i>Macrolobium gracile</i> Spruce ex Benth.	Fabaceae
21	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
22	Paliperro	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Verbenaceae
23	Capinuri	<i>Maquira coriacea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	Moraceae
24	Loro caspi	<i>Macoubea sprucei</i> (Müll. Arg.) Markgr.	Apocynaceae
25	Yacushapana	<i>Terminalia amazônia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae
26	Caimitillo	<i>Pouteria franciscana</i> Baehni	Sapotaceae
27	Maria buena	<i>Poecilanthe effusa</i> (Huber) Ducke	Fabaceae
28	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.	Malvaceae
29	Pashaco	<i>Parkia nítida</i> Miq.	Fabaceae
30	Tortuga caspi	<i>Duguetia quitarensis</i> Benth.	Annonaceae
31	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae
32	Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i> (Aubl.) Jacks.	Fabaceae
33	Papelillo	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	Lecythidaceae
34	Palta moena	<i>Ocotea caudata</i> (Nees.) Mez.	Lauraceae
35	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
36	Azúcar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Fabaceae
37	Renaco	<i>Ficus americana</i> Aubl.	Moraceae
38	Dalmata	<i>Macrobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	Fabaceae
39	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliensis</i> L. Cambess.	Calophyllaceae
40	Requia	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Meliaceae
41	Copaiba	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Fabaceae
42	Tahuari	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl.) S. O. Gorse	Bignoniaceae

Bosque de terraza baja con drenaje moderado

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Cumala	<i>Virola albidiflora</i> Ducke	Myristicaceae
2	Cumala aguanillo	<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	Myristicaceae
3	Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae
4	Moena	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	Lauraceae
5	Quinilla	<i>Pouteria hispida</i> Eyma	Sapotaceae
6	Pashaco	<i>Parkia nítida</i> Miq.	Fabaceae
7	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae
8	Requia	<i>Guarea perusana</i> C. DC.	Meliaceae
9	Caimitillo	<i>Pouteria cuspadata</i> (A. DC.) Baehni	Sapotaceae
10	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
11	Machimango	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	Lecythidaceae
12	Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.	Rubiaceae
13	Loro caspi	<i>Macoubea sprucei</i> (Müll. Arg.) Markgr.	Apocynaceae
14	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
15	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
16	Tahuari	<i>Handroanthus serratifolius</i> (VAHL.)S.O. Grose	Bignoniaceae
17	Huimba	<i>Ceiba samauma</i> (Mart.) K. Schum.	Malvaceae
18	Azúcar huayo	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae
19	Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Fabaceae
20	Cumala caupuri	<i>Viola sebifera</i> Aubl.	Myristicaceae
21	Renaco	<i>Ficus americana</i> Aubl.	Moraceae
22	Dalmata	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	Fabaceae
23	Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae
24	Cumala blanca	<i>Viola albidiflora</i> Ducke	Myristicaceae
25	Capinuri	<i>Maquira coriácea</i> (H. Karst.) C.C. Berg	Moraceae
26	Canilla de vieja	<i>Amaioua corymbosa</i> Kunth	Rubiaceae
27	Copaiba	<i>Copaifera paupera</i> (Herzog) Dwyer	Fabaceae
28	Papelillo	<i>Cariniana decandra</i> Ducke	Lecythidaceae
29	Estoraque	<i>Myroxylum balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae
30	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae
31	Marimari	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae
32	Yacushapana	<i>Terminalia amazónia</i> (J.F. Gmel.) Exell	Combretaceae
33	Huayruro	<i>Ormosia coccinea</i> (Aubl.) Jacks.	Fabaceae
34	Peine de mono	<i>Apeiba aspera</i> Aubl.	Malvaceae
35	Remo caspi	<i>Aspidosperma excelsum</i> Benth.	Apocynaceae
36	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kost.	Lauraceae
37	Maria buena	<i>Poecilanthe effusa</i> (Huber) Ducke	Fabaceae
38	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
39	Tortuga caspi	<i>Duguetia quitarensis</i> Benth.	Annonaceae
40	Palta moena	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i> (A.C. Sm.) van der Werff & H.G. Richt.	Lauraceae
41	Paliperro	<i>Vitex orinocensis</i> Kunth	Verbenaceae
42	Boa caspi	<i>Macrolobium multijugum</i> (DC.) Benth.	Fabaceae



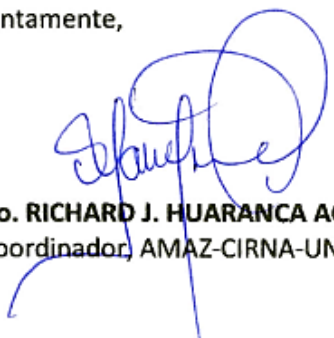
**Herbarium Amazonense – AMAZ
Centro de Investigación de
Recursos Naturales**



Se expide la presente constancia a la interesada para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 26 de Setiembre del 2016

Atentamente,


Blgo. RICHARD J. HUARANCA ACOSTUPA M.Sc.
Coordinador, AMAZ-CIRNA-UNAP

