

Stock de carbono de la biomasa aérea de las especies comerciales de un bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, Loreto, Perú

Carbon storage in the aboveground biomass of commercial species of a flooding low-terrace forest of the Uranias native community, Loreto, Perú

Rosario de J. Urrelo G.¹ y Rildo Rojas T.²

Recibido: diciembre 2016

Aceptado: diciembre 2016

RESUMEN

El estudio se realizó en un bosque de terraza baja inundable de la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias, distrito de Ramón Castilla, Loreto. El objetivo fue cuantificar el stock de carbono en la biomasa aérea de las especies forestales comerciales. Un total de 216 árboles fueron inventariados agrupados en 21 especies y 11 familias botánicas. Las especies que presentaron mayor número de árboles son lupuna (19 individuos), capirona (18 individuos) y cumala (17 individuos). El mayor volumen comercial se encontró en lupuna (21,03 m³) y lagarto caspi (20,08 m³), no obstante lagarto caspi presenta la mayor área basal promedio de 0,19 m². Lagarto caspi es la especie que contiene la mayor biomasa aérea con 27,11 t, de un total de 244,62 t, y a la vez presenta la mayor cantidad de stock de carbono de 13,56 tC de un total calculado para el área de estudio de 122,29 tC. Los factores que inciden en el mayor o menor stock de carbono son: área basal, densidad básica de la madera, tipo de bosque y número de individuos arbóreos por especie.

Palabras claves: biomasa aérea, stock de carbono, terraza baja, área de manejo forestal, Loreto.

ABSTRACT

The study was carried out in a flooding low-terrace forest of the annual cut plot (PCA) 1 of the forest management area for commercial purposes of the Uranias native community, Ramón Castilla district, Loreto. The objective was to quantify the carbon stock in the AGB of commercial forest species. 216 tree individuals were registered in the PCA 1, grouped into 21 species and 11 botanical families. Species with the highest number of trees are lupuna (19 individuals), capirona (18 individuals) and cumala (17 individuals). The highest commercial volume was found in lupuna (21,03 m³) and lagarto caspi (20,08 m³), even though, lagarto caspi has the highest average basal area of 0,19 m². Lagarto caspi contains the highest AGB of 27,11 t, out of a total of 244,62 t, therefore it has the highest carbon stock of 13,56 tC out of a total calculated for the area of 122,29 tC. Factors affecting the higher or lower carbon stock are the basal area, the basic density of the wood, the type of forest and the number of tree individuals per species.

Key words: above ground biomass, carbon stock, low terrace, forest management area, Loreto.

INTRODUCCIÓN

La biomasa aérea total es el peso seco de material vegetal de los árboles con DAP > 10 cm incluyendo fuste, corteza, ramas y hojas. El 50% de la madera secada en estufa es carbono (Higuchi *et al.*, 2005). En la parcela Muro Huayra de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto,

Dossantos (2014) reporta un total de 107,62 tC/ha carbono almacenado en un bosque primario. Asimismo, la biomasa aérea del bosque primario fue de 215,24 t/ha.

El carbono es un componente esencial de todos los seres vivos. Existe en su mayor parte como bióxido de carbono en la atmósfera, en los

¹ Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Iquitos, Loreto, Perú.

² Facultad de Ciencias Forestales. UNAP. Pebas 584, Iquitos, Loreto, Perú. rildort@gmail.com

océanos y en los combustibles fósiles (carbón, petróleo y otros hidrocarburos). El bióxido de carbono en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en carbohidratos y tejidos a través del proceso de fotosíntesis (<https://es.scribd.com/document/327789704/Ciclo-Del-Carbono>). Asimismo, es un gas inodoro e incoloro, ligeramente ácido y no inflamable, formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno: $O=C=O$ (Lino, 2009).

Las alteraciones naturales o de origen antropogénico en los bosques naturales, liberan dióxido de carbono; por lo que tienen la cualidad de disminuir la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera (Honorio, 2009b). Dadas las múltiples evidencias de los impactos negativos en los climas locales y mundiales (IPCC, 2007), resulta de gran interés estimar el almacenamiento de carbono en la vegetación (Higuchi *et al.*, 2005), donde los árboles grandes (DAP > 10 cm) son el componente más importante de la biomasa en los bosques amazónicos (Chave *et al.*, 2003); por el que hoy en día se ha vuelto un aspecto de gran relevancia para su conocimiento.

Los árboles grandes se consideran el compartimiento más importante en proyectos de almacenamiento de carbono (Zapata *et al.*, 2003). Siempre se debe tener en cuenta que el 50% de la biomasa seca es carbono (Honorio, 2009a).

Brown *et al.* (1996), citado por Schlegel (2001) mencionan que la cantidad de carbono almacenado es muy variable y depende del tipo y estado de desarrollo del bosque; por lo tanto, la estimación de la biomasa de un bosque es un elemento de gran importancia debido a que esta permite determinar los montos de carbono que pueden ser liberados a la atmósfera, almacenados y fijados en una determinada superficie.

Estimación del stock de carbono en la biomasa

Se estima el carbono almacenado multiplicando el peso de la biomasa seca por un factor que varía de 0,45-0,55. Esta cifra indica la proporción de carbono en el material vegetativo. Generalmente, se usa el valor de 0,50 conocido por fracción de carbono (Gibbs *et al.*, 2007; Minam, 2009; Aragao *et al.*, 2009), quiere decir que, el 50% de la biomasa seca es carbono (Honorio, 2009a).

Novak *et al.* (2013) describen los métodos que utilizan para este estudio: (a) los datos de campo y el modelo de análisis de varias ciudades y Estados para estimar el almacenamiento de carbono total y la captura de carbono en estas áreas, (b) la fotointerpretación de cobertura de árboles en estas áreas para determinar las densidades de carbono por unidad de cubierta de árboles, y (c) la fotointerpretación de la cobertura arbórea en las zonas urbanas y de la comunidad en cada estado de Estados Unidos para estimar los valores de carbono forestal urbano en todo el estado. Sin embargo, está aceptado asumir que el 50% del peso seco es carbono (Pearson *et al.*, 2005).

La cantidad del stock de carbono, depende ampliamente del sitio de establecimiento de los sistemas, la edad, la estructura, la función, los factores ambientales y socioeconómicos (Vogt *et al.*, 1996; Albrecht y Kandji, 2003).

Stock de carbono

García-Oliva y Ordóñez (1999) mencionan que en efecto los flujos y stock de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono, mismos que se reincorporarán al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa forestal.

Cuando se cuantifica el stock de un bosque, se muestrea: a) la biomasa viva almacenada en las hojas, las ramas, el fuste y las raíces; b) la necromasa almacenada en la hojarasca y la madera muerta; y c) el carbono en la materia orgánica del suelo. Por lo que debemos recordar que podemos estimar la cantidad de carbono de un componente del bosque, determinando su peso seco, donde existe una pequeña variación en la relación entre el peso seco y la cantidad de carbono de las diferentes especies tropicales (Elias y Potvin, 2003).

MATERIAL Y MÉTODO

Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el 2016, teniendo como base los datos del inventario realizado en un bosque de terraza baja inundable de la parcela de corta anual (PCA) 1 del área de manejo forestal con fines comerciales a mediana escala de la comunidad nativa Uranias, ubicada en el distrito de Ramón Castilla, provincia de Mariscal Ramón Castilla, región Loreto. La PCA 1 tiene un área de 401,56 ha y pertenece a un bosque de terraza baja inundable (Pinedo, 2013). El clima del área de estudio es cálido, húmedo y lluvioso. La precipitación promedio mensual es de 200,6 mm. La precipitación promedio anual es de 2407,7 mm. La temperatura media mensual en la zona oscila entre 23,5 °C y 28 °C. La humedad relativa es constante en toda la zona, oscilando la media anual entre 82% y 93% (Senamhi, 2017). El área de estudio presenta superficies planas con pendientes menores de 3% y conforman el sistema de terrazas bajas inundables estacionales (periódicas) y excepcionales (Castro, 2008).

Método

La población de estudio estuvo conformada por todos los individuos arbóreos de las especies

forestales comerciales (aprovechables y semilleros) presentes en la PCA 1. La muestra estuvo constituida por todos los árboles de las especies forestales comerciales con un DAP \geq DMC presentes en toda el área de la PCA 1.

Procedimiento

La ejecución del estudio se llevó a cabo completamente en gabinete, para lo cual se utilizaron los datos registrados en el inventario realizado en la PCA 1 del bosque con fines de aprovechamiento comercial de la comunidad nativa Uranias. Se procedió a la sistematización de la información de campo y luego al procesamiento de los datos y al cálculo de los volúmenes comerciales por individuo arbóreo y por especie, así como de la biomasa aérea y stock de carbono por cada especie y por toda el área de estudio. Completada esta fase se procedió a redactar el informe de tesis. Para una mayor precisión y confiabilidad de los resultados, los datos fueron procesados utilizando la hoja de cálculo MS Excel, generando así cuadros y figuras que ayudaron en la interpretación y análisis de los resultados.

Cálculos

Volumen comercial

Se calculó el volumen comercial para cada uno de los individuos arbóreos, tomando como base el DAP \geq DMC, la altura comercial y el factor de forma de 0,65 para las especies forestales de bosques tropicales. Previamente, se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001):

$$AB = 0,7854 (DAP)^2$$

Donde: AB = área basal (m^2); DAP = diámetro a la altura del pecho (m).

Con este valor se calculó el volumen comercial aplicando la siguiente fórmula (Inrena, 2003):

$$Vc = AB \times Hc \times Ff$$

Donde: Vc = volumen comercial (m³); AB = área basal (m²); Hc = altura comercial (m); Ff = factor forma (0,65).

Biomasa aérea

Se empleó el modelo matemático propuesto por Dauber *et al.* (2008). Esta fórmula utiliza el factor de expansión de biomasa (FEB = 2,25) para estimar la biomasa aérea total (fuste + copa) basada en volúmenes comerciales. Además, este resultado es expresado en términos de biomasa seca, ya que al utilizar la densidad básica, esta considera la relación del peso seco sobre el volumen verde de la madera, por lo que ya no es necesario restar el 40% cuando se trata de volúmenes totales de árboles. Esta fórmula es expresada de la siguiente manera:

$$Ba = Vc \times DB \times FEB$$

Donde: Ba = biomasa aérea (kg); Vc = volumen comercial del árbol (m³); DB = densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m³); FEB = factor de expansión de biomasa (2,25).

Stock de carbono

Para cuantificar el stock de carbono por individuo arbóreo se multiplicó la biomasa aérea por 0,5 debido a que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado, para ello se utilizó la siguiente fórmula (IPCC, 2003):

$$CT = B_s \times 0,5$$

Donde: CT = stock de carbono (tC); B_s = biomasa seca (t).

RESULTADOS

Composición florística de especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias

En la tabla 1, se observan los resultados de la composición florística del bosque de terraza baja inundable a nivel de nombre científico y familia botánica. Se registraron un total de 216 árboles agrupados en 21 especies forestales comerciales y 11 familias botánicas. En la figura 1 se observa que las especies forestales que más árboles aportan son lupuna con 19 individuos, seguido de capirona con 18 individuos, cumala con 17 individuos y capinurí con 15 individuos. Las especies que menos árboles aportan son marupa con 4 individuos; tigre caspi, mari mari y dalmata con 5 individuos cada una y shiringa y cachimbo con 6 individuos cada una.

Tabla 1. Composición florística de especies forestales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

Nombre común	Especie Nombre científico	Familia	Nº . de árboles	%
Cachimbo	<i>Cariniana domestica</i>	Lecythidaceae	6	2,78
Capinurí	<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	15	6,94
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae	18	8,33
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Bignonaceae	14	6,48
Chontaqui	<i>Diplotropis martiusii</i>	Fabaceae	7	3,24
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	Fabaceae	10	4,63
Cumaceba	<i>Swartzia polyphylla</i>	Fabaceae	10	4,63
Cumala	<i>Virola sp.</i>	Myristicaceae	17	7,87
Dalmata	<i>Macrolebiun bifoliatum</i>	Fabaceae	5	2,31
Huimba	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	10	4,63

Continúa ...

Continúa ...

Especie		Familia	Nº. de árboles	%
Nombre común	Nombre científico			
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Calophyllaceae	13	6,02
Lupuna	<i>Chorisia integrifolia</i>	Malvaceae	19	8,80
Machimango	<i>Eschweilera</i> sp.	Lecythidaceae	12	5,56
Mari mari	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Fabaceae	5	2,31
Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	4	1,85
Moena	<i>Aniba</i> sp.	Lauraceae	7	3,24
Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	Fabaceae	13	6,02
Quinilla	<i>Manilkara bidentata</i>	Malvaceae	12	5,56
Shiringa	<i>Hevea brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	6	2,78
Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp.	Fabaceae	8	3,70
Tigre caspi	<i>Zygia inequalis</i>	Fabaceae	5	2,31
		Total	216	100,00

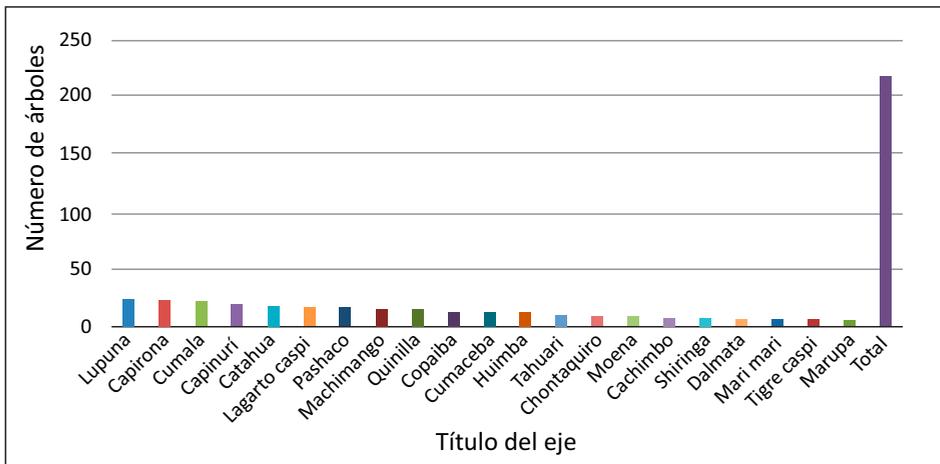


Figura 1. Número de árboles por especie en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.

Volumen comercial en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias

La PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias contiene un volumen total de 196,68 m³ de madera comercial (tabla 2). Las especies con el mayor volumen de madera comercial son lupuna y lagarto caspi con 21,03 m³ y 20,08 m³, respectivamente; seguidos de cumala, capirona, capinuri, huimba, pashaco, copaiba, machimango y catahua con 14,05 m³, 13,13 m³,

12,63 m³, 11,63 m³, 10,92 m³, 10,84 m³, 10,77 m³ y 10,39 m³, respectivamente. Las especies con menor volumen de madera comercial son tigre caspi, cachimbo, dalmata, marupa, shiringa, tahuari, moena y mari mari con 3,29 m³, 3,36 m³, 3,85 m³, 4,24 m³, 4,85 m³, 5,67 m³, 5,71 m³ y 5,99 m³, respectivamente. El área basal promedio en toda la PCA 1 de 0,12 m² (máx. 0,19 m² para lagarto caspi; mín. 0,09 m² para cachimbo, tahuari y tigre caspi) y una altura comercial promedio de 11,17 m (máx. 11,90 m para huimba y mín. 10,67 m para cachimbo).

Tabla 2. Volumen comercial total por especie y total del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

Especie	No. de árboles	AB promedio (m ²)	Hc promedio (m)	Vc total (m ³)
Cachimbo	6	0,09	10,67	3,36
Capinurí	15	0,11	11,27	12,63
Capirona	18	0,10	10,83	13,13
Catahua	14	0,10	11,29	10,39
Chontaquiro	7	0,11	11,14	6,01
Copaiba	10	0,14	11,80	10,84
Cumaceba	10	0,13	11,20	9,38
Cumala	17	0,11	10,94	14,05
Dalmata	5	0,10	10,80	3,85
Huimba	10	0,14	11,90	11,63
Lagarto caspi	13	0,19	11,69	20,08
Lupuna	19	0,14	11,00	21,03
Machimango	12	0,12	11,75	10,77
Mari mari	5	0,16	11,00	5,99
Marupa	4	0,13	11,25	4,24
Moena	7	0,11	11,29	5,71
Pashaco	13	0,11	11,15	10,92
Quinilla	12	0,10	10,83	8,86
Shiringa	6	0,11	11,17	4,85
Tahuari	8	0,09	10,88	5,67
Tigre caspi	5	0,09	10,80	3,29
Total	216	0,12	11,17	196,68

En la figura 2 se puede apreciar gráficamente la distribución de volúmenes comerciales por especie, observándose que lupuna es la especie

que aporta el mayor volumen comercial y tigre caspi el menor volumen.

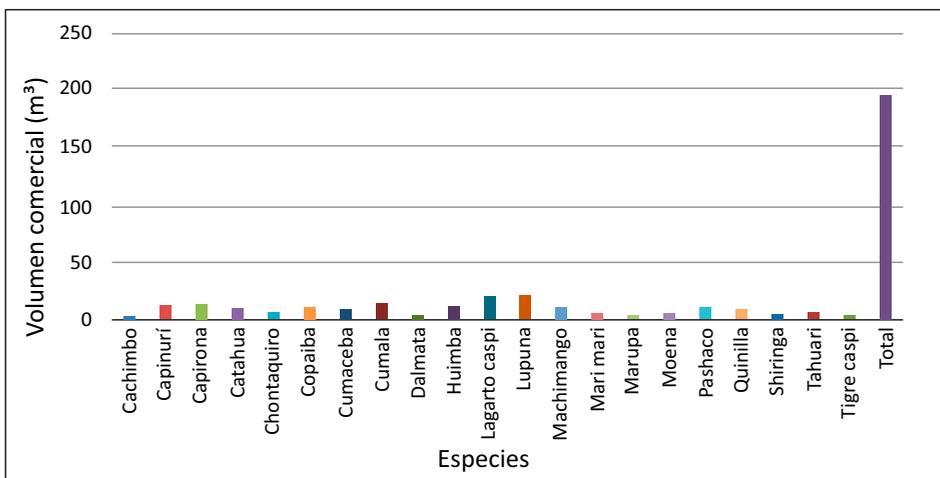


Figura 2. Volumen comercial de las especies forestales en la PCA 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias.

Biomasa aérea y stock de carbono en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias

La tabla 3 consigna los resultados de la estimación de biomasa aérea y stock de carbono por especie comercial existente en la PCA 1 del área de manejo comercial con fines comerciales de la comunidad nativa Uranias. Esta estimación está hecha tomando como base el volumen comercial y la densidad básica de la madera de cada especie, así como el factor de expansión considerado para bosques tropicales igual a 2,25.

Las especies comerciales de la PCA 1 contienen una biomasa aérea total de 244,62 t, donde lagarto caspi aporta la mayor cantidad de

biomasa de 27,11 t, seguido de capirona con 21,27 t, machimango con 19,49 t, quinilla con 17,34 t y cumala con 15,18 t. Las especies que menos biomasa aportan al bosque de la PCA 1 son marupa con 3,63 t, cachimbo con 4,82 t, shiringa con 5,34 t, dalmata con 5,80 t y tigre caspi con 5,99 t.

El stock de carbono en toda la PCA 1 es de 122,29 tC. Esta cantidad está directamente relacionada con la biomasa aérea estimada en la PCA 1, por lo tanto sigue la misma tendencia de esta, donde lagarto caspi aporta el mayor stock de carbono, mientras que marupa aporta el menor stock. Para un mejor análisis, se presentan las figuras 3 y 4 relacionadas con la cantidad de biomasa aérea almacenada y el stock de carbono.

Tabla 3. Biomasa aérea y stock de carbono por cada especie y total del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias.

Especie	Densidad básica (kg/m ³)	Vc total (m ³)	Biomasa aérea (t)	Stock de carbono (tC)
Cachimbo	590	3,36	4,82	2,41
Capinurí	470	12,63	13,36	6,68
Capirona	720	13,13	21,27	10,63
Catahua	370	10,39	8,65	4,32
Chontaquiro	630	6,01	8,53	4,26
Copaiba	610	10,84	14,87	7,44
Cumaceba	690	9,38	14,56	7,28
Cumala	480	14,05	15,18	7,59
Dalmata	670	3,85	5,80	2,90
Huimba	350	11,63	9,16	4,58
Lagarto caspi	600	20,08	27,11	13,56
Lupuna	280	21,03	13,25	6,62
Machimango	830	10,77	19,49	9,74
Mari mari	640	5,99	8,62	4,31
Marupa	380	4,24	3,63	1,81
Moena	670	5,71	8,61	4,30
Pashaco	370	10,92	9,09	4,54
Quinilla	870	8,86	17,34	8,67
Shiringa	490	4,85	5,34	2,67
Tahuari	780	5,67	9,95	4,98
Tigre caspi	810	3,29	5,99	3,00
Total		196,68	244,62	122,29

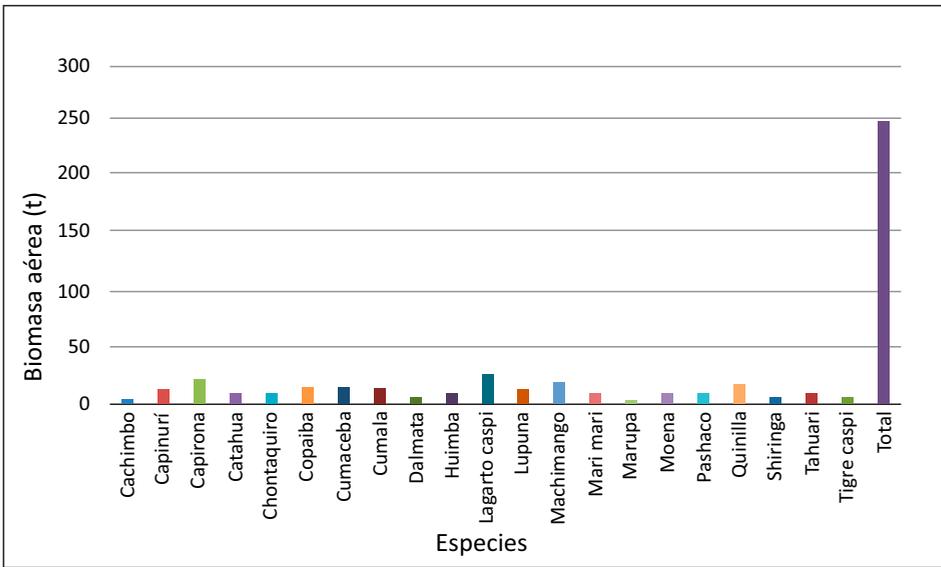


Figura 3. Biomasa aérea en las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Urantias.

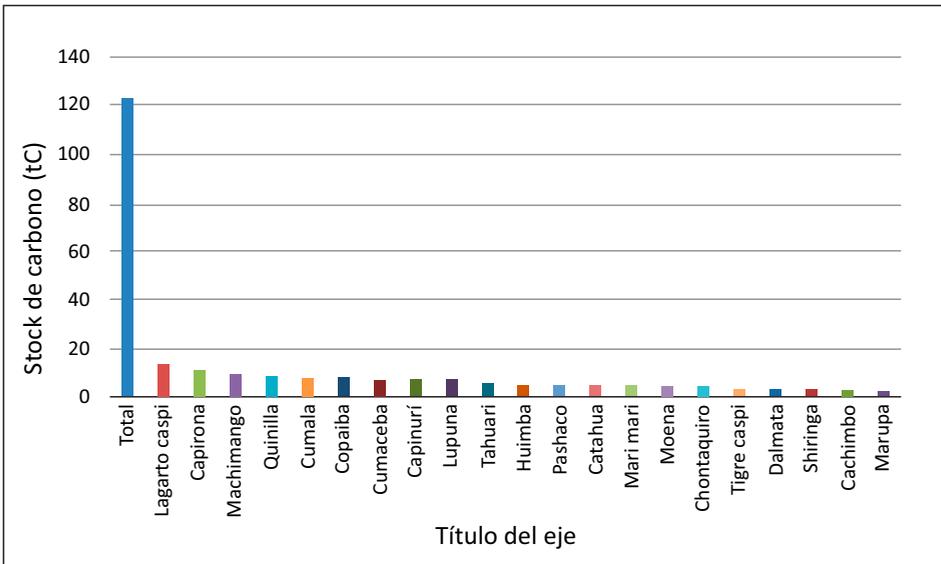


Figura 4. Stock de carbono en la biomasa aérea de las especies forestales en la PC 1 del área de manejo forestal con fines comerciales de la comunidad nativa Urantias.

Stock de carbono por clase diamétrica en las especies forestales comerciales del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias

El stock de carbono en las especies forestales varía en función de algunas de sus características, como la edad, el DAP, la densidad de la madera, tipo de bosque, etc. (Chave *et al.*, 2005). En la figura 5 se observa la distribución del carbono en función al DAP y se nota que el mayor almacenamiento de carbono se encuentra en los árboles entre 30 cm y 50 cm de DAP (75,9%); las clases de >60 cm de DAP, también tienen un papel fundamental en el almacena-

miento de carbono con el 27,1%. El diámetro de los árboles interviene en la capacidad de almacenamiento de carbono. Hay muchos árboles que se encuentran en la misma clase diamétrica, sin embargo, tienen una diferencia alta en cuanto al carbono que se encuentra almacenado; esta diferencia en parte se debe a la densidad de la madera ya que a mayor densidad mayor será el stock de carbono.

En cuanto al almacenamiento de carbono por especie y por clase diamétrica (figura 6), la clase diamétrica de 40 cm presenta los mayores valores con 79,4 tC/ha, seguida de la clase de 30 cm con un total de 33,8 tC/ha.

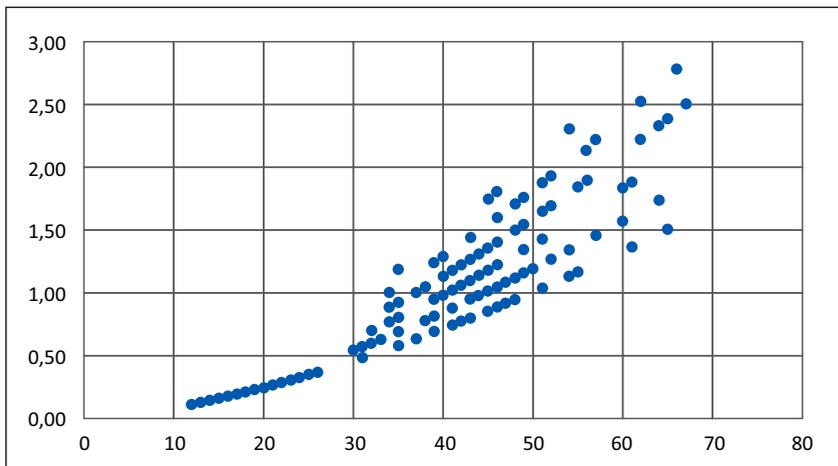


Figura 5. Distribución del stock de carbono en función al DAP.

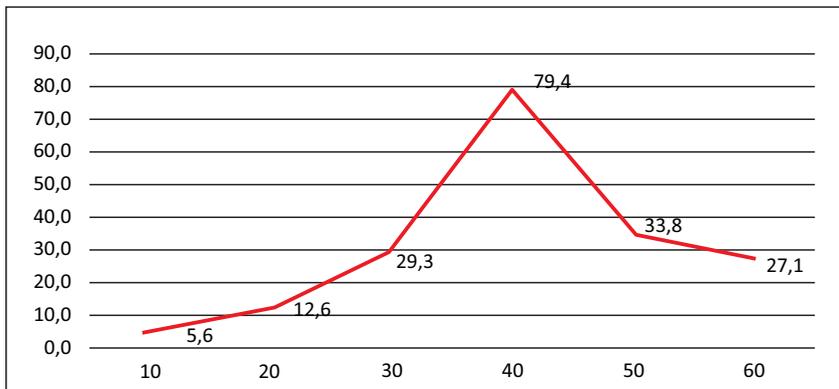


Figura 6. Stock de carbono por clase diamétrica.

DISCUSIÓN

El bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa Uranias, en la cuenca del río Amazonas, muestra una buena diversidad de especies forestales comerciales ($n = 21$), los cuales son aprovechados para la obtención de bienes a través de la transformación primaria y secundaria de la madera en la industria forestal. Sin embargo, estas especies poseen gran cantidad de biomasa y almacenan gran cantidad de carbono en las partes del árbol que pueden ser colocados en el mercado de carbono y obtener beneficios económicos sin tener que talarlos, conservando de esta manera el bosque intacto.

Las especies comerciales que presentan mayor volumen total y mayor área basal promedio son lupuna ($21,03 \text{ m}^3$ y $0,14 \text{ m}^2$), lagarto caspi ($20,08 \text{ m}^3$ y $0,19 \text{ m}^2$), que indica que estas especies tienen mayor presencia en este bosque, tanto en número de individuos como en DAP y altura comercial. Sin embargo, al comparar el stock de carbono se aprecia que es lagarto caspi la que tiene el mayor stock de carbono de $13,56 \text{ tC}$, seguido de capirona con $10,63 \text{ tC}$. Estos resultados indican que el stock de carbono está en función del volumen maderable y de la densidad básica de la madera; esto es, cuanto mayor es el volumen y mayor es la densidad básica mayor será la cantidad de carbono almacenado en las partes del árbol.

Estos resultados difieren a lo reportado por Vega (2016), quien indica que la especie comercial con mayor cantidad de CO_2 almacenado fue cumala. También difieren a lo reportado por Dossantos (2014), en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana con un total de $107,62 \text{ tC/ha}$ en bosque primario. Esta diferencia puede deberse a que en el estudio de Dossantos se evaluaron árboles comerciales y no comerciales de un bosque primario

afectado por vientos huracanados, los cuales afectaron la composición y estructura de especies, mientras que en el presente estudio se procesaron y analizaron árboles de especies forestales comerciales con $\text{DAP} \geq 10 \text{ cm}$.

Asimismo, Vega (2016) en un bosque de colina baja en la cuenca del río Napo reportó $602,93 \text{ tC/ha}$, destacando la especie tornillo con $291,51 \text{ tC/ha}$ como la de mayor cantidad de carbono almacenado, seguidas de las especies cumala ($213,88 \text{ tC/ha}$), marupa ($58,78 \text{ tC/ha}$), moena ($27,60 \text{ tC/ha}$) y cedro colorado ($11,16 \text{ tC/ha}$). De igual forma, la clase diamétrica de 40 cm presenta los mayores valores con $79,4 \text{ tC/ha}$, seguida de la clase de 30 cm con un total de $33,8 \text{ tC/ha}$.

Estas cifras también difieren a lo reportado por Vega (2016), donde el mayor almacenamiento de carbono se presenta en las clases diamétricas superiores (100 cm a 150 cm de DAP) con el $74,15\%$. Según Vega, la especie comercial *Cedrelinga cateniformis* con $583,02 \text{ t/ha}$ ($43,11\%$) es la que presenta la mayor cantidad de biomasa aérea. Esta diferencia puede deberse al alto número de especies pero bajo número de individuos considerados en el presente estudio (21 especies que registraron un total de 216 árboles). Asimismo, muchas de las especies presentan una densidad media, lo que da como resultado la obtención de bajos valores de carbono almacenado.

CONCLUSIONES

La composición florística del bosque de terraza baja inundable de la comunidad nativa de Uranias está conformada por 216 árboles agrupados en 21 especies y 11 familias botánicas. Lupuna es la especie comercial con el mayor número de árboles (19 individuos) que representa el $8,8\%$ del total, seguido de capirona con 18 árboles ($8,3\%$) y cumala con 17 árboles ($7,9\%$). Lupuna y lagarto caspi presentan el

mayor volumen comercial con 21,03 m³ y 20,08 m³, respectivamente. Sin embargo, lagarto caspi presenta la mayor área basal promedio de 0,19 m². La especie que contiene mayor biomasa aérea es lagarto caspi con 27,11 t y a su vez presenta la mayor cantidad de carbono almacenado con 13,56 tC. El bosque de terraza baja reporta un stock de carbono total de 122,29 tC. En cuanto al almacenamiento de carbono por especie y por clase diamétrica, la clase diamétrica de 40 cm presenta los mayores valores con 79,4 tC/ha, seguido de la clase de 30 cm con un total de 33,8 tC/ha.

carbon stocks and biomass balance in tropical forests. *Oecologia*.145: 87-99.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albrecht A, Kandji ST. 2003. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 99: 15-27.

Aragao L, Malhi Y, Metcalfe D, Silva J, Jiménez E, Vásquez R. 2009. Above and below ground net primary productivity across ten Amazonian forests on contrasting soils. *Bio-geosciences Discuss.* 6: 2441-2488.

Castro W. 2008. Diagnóstico ambiental de los componentes geología, geomorfología y fisiografía. En: Zonificación Ecológica Económica Bellavista, Mazán. Proyecto Especial Binacional de Desarrollo de la Cuenca del río Putumayo. Iquitos, Perú. 134 pp.

Chambi PP. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa de los ríos Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna, Perú. Disponible en: www.iicfoe.com.pe

Chave J, Andalo C, Brown S, Cairns MA, Chambers JQ, Eamus D, Folster H, Fromard F, Higuchi N, Kira T, Lescure JP, Nelson BW, Ogawa H, Puig H, Riera B, Yamakura T. 2005. Tree allometry and improved estimation of

Chave J, Condit R, Caspersen J, Foster R, Hubbell S. 2003. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panamá. *Journal of Ecology* 91: 240-252.

Dauber G, Terán J, Guzmán R. 2008. Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista forestal ibero-americana* 1(1):1-10.

Dossantos E. 2014. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea del bosque primario y bosque secundario de la parcela Muro Huayra, en la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Perú. Tesis para optar el título de ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 59 pp.

Elias M, Potvin C. 2003. Assessing inter and intra specific variation in trunk carbon concentration for 32 neotropical tree species. *Canadian Journal of Forest Research* 33: 1039-1045.

García-Oliva F, Ordóñez A. 1999. El papel de los suelos forestales en la captura de carbono. 76 pp.

Gibbs HR, Brown S, Niles JO, Foley JA. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. *Environ. Res. Lett.* 2:1-13.

Higuchi N, Tribus JS, Lima AN, Teixeira LM, Carnerio VMC, Felseburgh CA, Pinto FR. 2005. Nociones básicas sobre manejo forestal. INPA, Manaus. AM. 306 pp.

Honorio E. 2009a. Uso de las ecuaciones alométricas y el efecto de las variables en la

- estimación de la biomasa. Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de los inventarios de carbono. 27 pp.
- Honorio E. 2009b. Taller de mediciones integradas de los flujos de carbono en la Amazonía. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 15 pp.
- <https://es.scribd.com/document/327789704/Ciclo-Del-Carbono>
- IPCC. 2003. Good practice guidance for land use. Land-use change and forestry. Japan: Institute for Global Environmental Strategies (IGES)-IPCC. 628 pp.
- 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. Pachauri, R. K. y A. Reisinger (eds). Ginebra, Suiza. 104 pp.
- 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 ing. forestal. Pucallpa. 70 pp.
- Minam. 2009. Identificación de metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC. 99 pp.
- Novak DJ, Greenfield EJ, Hoehn RE, Lapoint E. 2013. Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, 178: 229 - 236.
- Pearson T, Walker S, Brown S. 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. BioCarbon Fund-Winrock internacional. USA. 64 pp.
- Pinedo R. 2013. Plan de manejo forestal en bosques de la comunidad nativa Uranias con fines de comercialización a mediana escala. Iquitos, Perú. 53 pp.
- Schlegel B. 2001. Estimación de la biomasa y carbono en bosques del tipo forestal siempre verde. Universidad Austral de Chile. 13 pp.
- Senamhi 2017. Boletín Hidroclimático. Dirección Zonal 8 - Loreto. Año XVII, número 12. Iquitos, Perú. 19 pp.
- Vega EMN. 2016. Almacenamiento de carbono en la biomasa aérea de un bosque colina baja de la parcela de corta anual 07 de la concesión n° 16-IQU/C-J-236-04, cuenca del río Napo, Loreto, Perú. Tesis Ing. en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales, UNAP. Iquitos, Perú.
- Vogt KA, Vogt DJ, Palmiotto P, Boon P, O'Hara J, Asbjornsen H. 1996. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. *Plant Soil* 187(2):159-219.
- Zapata M, Colorado G, Del Valle J. 2003. Ecuaciones de biomasa aérea para bosques primarios intervenidos y húmedos. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: contribuciones para la mitigación del cambio climático. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. P. 119.