

ISSN 2070-836X

APORTE SANTIAGUINO

Revista de Investigación

Volumen 5 n.º 2, Julio – Diciembre 2012

*Ciencia,
cultura,
tecnología
e innovación*



Huaraz, Perú

latindex
Sistema Regional de Información en Línea
para Revistas Científicas de América
Latina, el Caribe, España y Portugal.

ARTÍCULOS ORIGINALES

- Efectos de la oxitocina en el alumbramiento dirigido Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz 2011. [Effects of the oxytocin in the guided delivery Víctor Ramos Guardia Hospital, Huaraz 2011]..... 9
Marcelo Arotoma O., Magna Guzmán A., Teresa Valencia V., Rafael Norabuena P., Julio Menacho L.
- Efectividad de la enseñanza problémica para el logro del aprendizaje significativo en los estudiantes de ecografía obstétrica, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, 2011. [Effectiveness of problematic teaching for achieving meaningful learning in obstetric ultrasound students, National University “Santiago Antúnez de Mayolo”, 2011]..... 16
Augusto Olaza M., Yuliana De la Cruz R
- Efecto de la edad materna avanzada sobre el trabajo de parto y el recién nacido, Hospital de Barranca, 2008-2009. [Effect of advanced maternal age on labor and the newborn, Barranca Hospital, 2008-2009]..... 24
Elizabeth Paredes C., Zulema Navarro S.
- Cuantificación de las reservas de carbono del humedal de Yanayacu – Cátac, Ancash – Perú, 2011. [Quantification of carbon stocks of the Yanayacu wetland – Cátac, Ancash – Perú, 2011]..... 33
Prudencio Hidalgo C., Pablo Espinoza T., Eladio Tuya C.
- Determinación de la vulnerabilidad y fortalecimiento de capacidades como base para la gestión de riesgos de desastres en el ámbito territorial del Centro Poblado de Huanja-Distrito de Jangas-Huaraz-Ancash- Perú 2011. [Determination of vulnerability and fortification of capacities as it basis for the management of disasters risk on the territorial environment of Huanja Settlement-Jangas District-Huaraz-Ancash-Perú 2011]..... 41
Alfredo Reyes N., Rosa Rodríguez A., Helder Mallqui M., Angel Mendoza G.
- Construcción de viviendas empleando bloques de yeso en paredes no portantes en interiores y costos unitarios - Huaraz. [Construction of housing using blocks of plaster in walls non-bearing interior and unit costs - Huaraz]..... 50
Víctor Villegas Z., Miguel Corrales P.
- Educación ambiental para fortalecer las capacidades locales de la Comunidad Campesina de Cátac frente al cambio climático. [Environmental education to strengthen local capacities of Farming Community of Cátac against to climate change]..... 57
Eladio Tuya C., Heraclio Castillo P., Jerónimo Manrique, Rosa Rodríguez A.

Riqueza de protozoarios de los Manglares San Pedro de Vice (Sechura – Perú). [Protozoa richness of San Pedro de Vice Mangroves (Sechura – Perú)].....	67
<i>César Chávez-V., Danny Silva P., Blanca Tume L., Margarita Rivera C., María Panta S.</i>	
Parámetros tecnológicos para la torrefacción del café orgánico en la Cooperativa Agraria Rodríguez de Mendoza – COOPARM. [Technological parameters for roasting coffee organic Agricultural Cooperative Rodríguez de Mendoza – COOPARM].....	74
<i>Noemí León R., Luis Núñez A.</i>	
Elaboración de licor de fruta de palmera pona (<i>Ceroxylonperuvianum</i> Galeano, Sanin & Mejía) proveniente del distrito de San Pablo de Valera, región Amazonas. [Elaboration of palm fruit liquor pona (<i>Ceroxylonperuvianum</i> Galeano, Sanin & Mejía) from the district of San Pablo de Valera, the Amazonas region].....	84
<i>Heidel Rojas V., NeyserYóplac M., Carlos Millones Ch., Elena Torres M., Ernestina Vásquez C.</i>	
Una experiencia pedagógica en la formación medioambiental del estudiante de arquitectura. [A pedagogical experience in the environmental formation of the architecture student].....	94
<i>Ayméé Alonso G., Carmen Leyva F.</i>	
Prevalencia del trastorno por déficit de atención-hiperactividad en escolares de una zona urbano-marginal de Lima. [Prevalence of attention deficit disorder, hyperactivity in children from an marginal urban area of Lima].....	103
<i>José Livia S., Mafalda Ortiz M., Rosa Velasco V.</i>	
ENSAYO	
La taxonomía como propuesta para clasificación de los proyectos de investigación. [The taxonomic classification as a proposal for research projects].....	110
<i>Ernesto Hashimoto M.</i>	
OPINIÓN	
La crisis del sistema educativo. [The crisis of the educational system].....	118
<i>Elías Mejía M.</i>	

41

Cuantificación de las reservas de carbono del humedal de Yanayacu – Cátac, Ancash – Perú, 2011

Quantification of carbon stocks of the Yanayacu wetland – Cátac, Ancash – Perú, 2011

Prudencio Hidalgo C.^a, Pablo Espinoza T.^{1b}, Eladio Tuya C.^{1c}

RESUMEN

El objetivo fue cuantificar las reservas de carbono del humedal de Yanayacu utilizando la metodología estandarizada desarrollada por el Centro Regional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF), estimar el valor económico del servicio ambiental de captura de carbono utilizando las cifras de valoración económica determinadas por Baldoceca (2001); e identificar estrategias de manejo sostenible que contribuyan a su conservación.

Se delimitaron cinco parcelas de muestreo en cuadrantes de 25 x 4 m. Para calcular la biomasa arbustiva/herbácea se efectuaron muestreos directos en dos cuadrantes de 1 x 1 m; y para calcular el volumen de la biomasa de hojarasca y raíces se hizo lo propio en cuadrantes de 0,5 x 0,5 m, distribuidos al azar dentro de cada parcela de medición. Se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades hasta 50 cm de profundidad en calicatas hechas en los cuadrantes donde se tomaron muestras de biomasa.

Los resultados fueron los siguientes: **27.6716 tC/ha** en la biomasa vegetal y **680.8000 tC/ha** en el suelo, con un total de **708.4716 tC/ha** a nivel del humedal. Se reporta el secuestro de 3.139.41 tC gestionable (equivalente a 11.479.46 toneladas de CO₂), con una valoración económica equivalente a US \$ 41,189.02/año por el servicio de captura de carbono.

Palabras clave: Humedal; Biomasa; Secuestro de carbono; Sumidero de carbono; Servicio ambiental.

ABSTRACT

The objective was to quantify the carbon stocks of the Yanayacu wetland using standardized methodology developed by the Regional Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), estimate the monetary value of environmental services of carbon capture utilizing economic valuation figures determined by Baldoceca (2002); and identify sustainable management strategies that contribute to its conservation.

It was delimited five sample plots in quadrants of 25 x 4 m. To calculate the amount of biomass shrub/herbaceous, direct sampling were made in two quadrants of 1 x 1 m. To calculate the volume of the biomass of leaves and roots the same process was executed, this time in quadrants of 0.5 x 0.5 m randomly distributed within each measurement plot. Soil samples were taken at pits of different depths of up to 50 cm deep in the same quadrants where the biomass samples were taken.

The results were as follows: 27.6716 tC/ha (3.91%) in plant biomass and 680.7990 tC/ha in the soil (96.09%), with a total of 708.4706 tC/ha on the studied wetland. This investigation also reports the kidnapping of 3139.41 manageable tC (equivalent to 11.479.46 tons of atmospheric CO₂), with a monetary valuation equivalent to \$41,189.02/year for the environmental service of carbon sequestration.

Key words: Wetland; Biomass; Carbon sequestration; Carbon sink; Environmental service.

¹ Facultad de Ciencias del Ambiente, Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo".

^a Ing. Forestal, ^b Ing. Químico, ^c Ing. Ambiental.

INTRODUCCIÓN

La mitigación en el contexto del cambio climático puede definirse como una estrategia deliberada de gestión para reducir las emisiones de GEI desde sus fuentes y aumentar la extensión y el funcionamiento de los sumideros y depósitos de los mismos. A este respecto, los humedales almacenan alrededor del 20% del carbono total de la biósfera y cuando estos humedales se destruyen o degradan se liberan grandes cantidades de CO₂ y otros GEI. Por tanto, conservar humedales es una forma viable de mantener los depósitos de carbono existentes y evitar emisiones de CO₂ y otros gases. Sin embargo, los humedales y los bosques de turba, continúan convirtiéndose en objetos para otros usos en todo el mundo, lo que resulta en grandes emisiones de carbono y metano.

La fragilidad de los ecosistemas de humedales altoandinos repercute directamente en su acelerada degradación y desaparición, que es mucho más rápida que la experimentada por otros ecosistemas, cuando están sometidos a presiones de uso intensivo producto de la actividad antrópica. Dicho proceso de degradación en el humedal de Yanayacu es causado básicamente por el crecimiento poblacional y el creciente desarrollo económico expresado en actividades de pastoreo y minería entre otras.

En cuanto a la minería, la presa de relaves de la planta concentradora de la UNASAM, ocupa un espacio sobre el área del humedal, el cual probablemente genera contaminación de aguas y suelos. El pastoreo sin control genera pérdidas en la biomasa vegetal, evidenciándose que en algunos sectores se quema la totora madura y seca que ya no resulta ser palatable para el ganado, cuyo proceso de combustión no sólo genera emisiones de más GEI, sino que elimina toda forma de vida a nivel de superficie y al interior del suelo con graves repercusiones para los sistemas ambientales. Se ha observado también que drenan el agua del humedal, mediante zanjias y canales, para facilitar el pastoreo, lo que sin duda repercute en la disminución del área neta del humedal que en

un futuro corre el riesgo de desaparecer.

En este contexto, se adaptó la metodología desarrollada por el ICRAF con el fin de aplicarla a humedales y se planteó el siguiente objetivo general: cuantificar las reservas de carbono del humedal de Yanayacu de manera que se conozca el valor económico del servicio ambiental de captura de carbono y de mitigación del cambio climático, y los siguientes objetivos específicos: a) cuantificar la cantidad de carbono almacenado en la biomasa vegetal superficial, subterránea y en el mantillo; así como en el suelo del humedal de Yanayacu, b) estimar el valor económico del servicio ambiental de captura de carbono y c) identificar estrategias de manejo sostenible del humedal de Yanayacu que contribuyan a su conservación y puesta en valor.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo a la técnica de contrastación, la investigación es descriptiva, por lo tanto los datos obtenidos responden a la realidad espacio-temporal que permitió caracterizar y describir las relaciones entre las variables y calcular el carbono almacenado efectuando una adaptación de la metodología estandarizada desarrollada por el Centro Regional para la Investigación en Agroforestería – ICRAF (Arévalo *et al.*, 2003) que pudiera ser aplicada a humedales.

La población de estudio estuvo conformada por el humedal de Yanayacu, cuya superficie es de 113.2543 hectáreas y la unidad de estudio estuvo integrada por cinco transectos de 4 m x 25 m dentro del humedal, determinados mediante muestreo aleatorio simple en cuyos interiores se efectuaron inventarios y evaluaciones de biomasa y suelo que permitieron determinar las reservas de carbono del humedal.

Para determinar el carbono fijado (o indirectamente CO₂ capturado) se aplicó la relación propuesta por Arévalo *et al.*, (2003) asumiéndose que el carbono fijado representa un 45% del peso seco de la biomasa total. En consecuencia, en los transectos seleccionados

se colectó en superficies de 1 m x 1 m toda la vegetación arbustiva y herbácea menores de 2,5 cm de diámetro y en superficies de 0,5 m x 0,5 m toda la hojarasca y raíces (biomasa subterránea), por separado; así como muestras de suelo de los diferentes horizontes para sus correspondientes evaluaciones de contenido de carbono en la biomasa y en el suelo (Arévalo et al., 2003).

Procedimiento

Se utilizaron algunas ecuaciones del manual Determinación de las Reservas Totales de Carbono en los Diferentes Sistemas de uso de la tierra en Perú (Arévalo et al., 2003) y otras que fueron adaptadas para ser aplicadas a humedales:

$$\text{Biomasa vegetal total : BVT (t/ha)} = (\text{BA/H} + \text{Bh} + \text{Bs})$$

$$\text{Biomasa arbustiva/herbácea (t/ha) : BA/H (t/ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) \times \text{PFT}) \times 0.01$$

$$\text{Biomasa de la hojarasca (t/ha) : Bh (t/ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) \times \text{PFT}) \times 0.04$$

$$\text{Biomasa subterránea o biomasa de las raíces (t/ha) : Bs (t/ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) \times \text{PFT}) \times 0.04$$

$$\text{Carbono del suelo (t/ha) : CS (t/ha)} = (\text{PVs} \times \%C_{\text{LAB}}) / 100$$

$$\text{Peso del volumen de suelo (t/ha) : PVs (t/ha)} = \text{DA} \times \text{Ps} \times 10000$$

$$\text{Densidad aparente del suelo (g/cc) : DA (g/cc)} = \text{PSN}/\text{VCH}$$

$$\text{Carbono total del humedal (t/ha) : CT (t/ha)} = \text{CBV} + \text{CS}$$

$$\text{Carbono de la biomasa vegetal total (t/ha) : CBV (t/ha)} = \text{BVT} \times 0.45$$

Simbología: BVT= biomasa vegetal total, (t/ha)= toneladas por hectárea, BA/H= biomasa arbustiva/herbácea, Bh= biomasa de la hojarasca, Bs= biomasa subterránea o biomasa de las raíces, PSM= Peso seco de la muestra colectada, PFM= peso fresco de la sub muestra, PFT= peso fresco total por metro cuadrado, 0,01= factor de conversión (en cuadrantes de 1 m x 1 m), 0,04= factor de conversión (en cuadrantes de 0,5 m x 0,5 m), CS= carbono del suelo, PVs= peso del volumen de suelo, DA= densidad aparente, $\%C_{\text{LAB}}$ = porcentaje de carbono encontrado en laboratorio, 100= factor de conversión, DA= densidad aparente, Ps= espesor del horizonte del suelo, 10000= constante, g/cc= gramos por centímetro cúbico, PSN= peso seco del suelo dentro del cilindro, VCH= volumen del cilindro (constante), CT= carbono total, CBV= carbono de la biomasa vegetal total y 0,45= factor de conversión de la biomasa seca a carbono (constante).

RESULTADOS

Carbono orgánico almacenado en la biomasa vegetal total (t/ha)

El carbono orgánico de la biomasa vegetal total está conformado por el carbono orgánico de la biomasa arbustiva y herbácea, el carbono orgánico de la biomasa de hojarasca y el carbono orgánico de la biomasa del suelo.

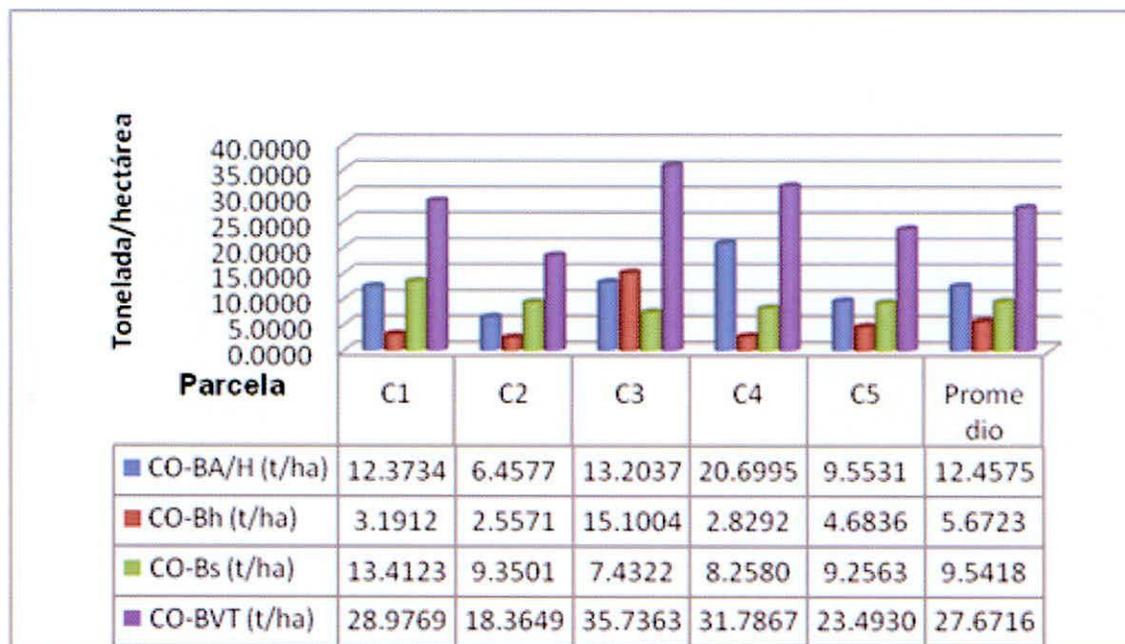


Figura 1. Carbono orgánico de la biomasa vegetal total (t/ha) **Carbono orgánico total del Carbono orgánico almacenado en el suelo (t/ha)**

Tabla 1. Carbono orgánico en el suelo a 1.0 metro de profundidad

Parcela	DA (g/cc)	PVs (t/ha)	CO (%)	COS (t/ha)
C1	0.714	7,140.00	9.535	680.800
C2	0.714	7,140.00	9.535	680.800
C3	0.714	7,140.00	9.535	680.800
C4	0.714	7,140.00	9.535	680.800
C5	0.714	7,140.00	9.535	680.800
Promedio	0.714	7,140.00	9.535	680.800

humedal de Yanayacu (t/ha)

El carbono orgánico total del humedal de Yanayacu está conformado por el carbono orgánico de la biomasa vegetal total y el carbono orgánico del suelo, conocido también como carbono orgánico del sistema de uso de la tierra.

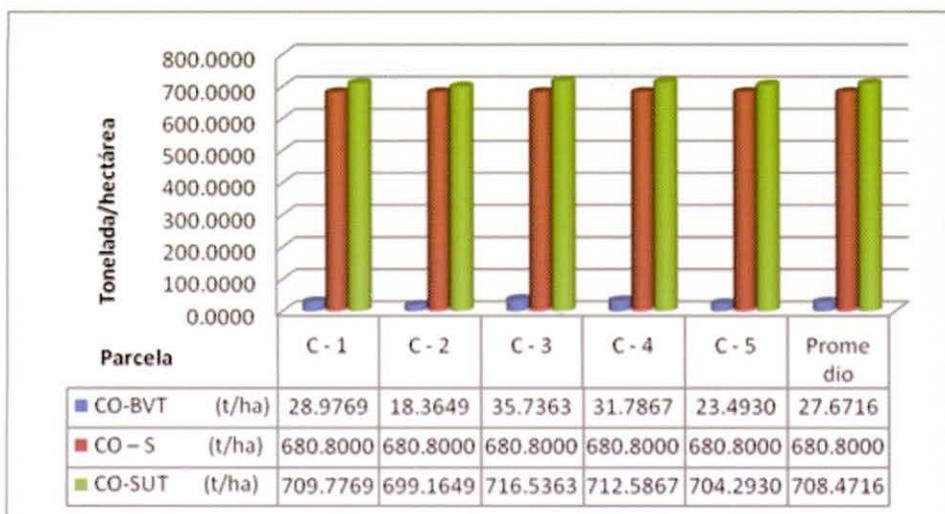


Figura 2. Carbono orgánico total del sistema de uso de la tierra (t/ha)

Estimación del valor económico del servicio ambiental (SA) de captura de carbono del humedal de Yanayacu

El valor económico del servicio ambiental (SA) de captura de carbono del humedal de Yanayacu se calculó utilizando varios precios de referencia (Segura, 1999; IPCC, 1996; 1995; Smith et al. 1997; Malca, 2001; Schroeder, 1994; Alegre et al., 1999; Ramírez et al., 1994, Hidalgo, 2009 entre otros); que en promedio se acercan a los encontrados por Baldoceda (2001) mediante el método de valoración contingente estimado en US \$ 13.60/tC, muy similar al encontrado por el mismo autor mediante el método de costo de oportunidad estimado en US \$ 12.63/tC/año. Con el valor promedio de dichas cifras se obtuvo el valor económico promedio de \$ 13.12/tC/año; con el cual se estimó que en las 113.2543 ha de humedal y de acuerdo a las cifras obtenidas respecto al carbono gestionable (27.6716 tC/ha) susceptible de ser administrado al menos en el corto plazo (Universidad Austral, 2001) y negociado en el mercado de emisiones; se obtendría un ingreso de \$ 41,189.02/año como servicio ambiental de captura de carbono.

CO₂ fijado por el humedal de Yanayacu

La relación entre la fijación de CO₂ atmosférico y la transformación en carbono orgánico para la producción de biomasa en las plantas fotosintetizadoras es de 27.30% (Fournier, 1996); en consecuencia, al carbono orgánico almacenado en la biomasa vegetal del humedal, calculado en 27.6716 tC/ha, le corresponde un volumen de 101.36 toneladas de CO₂ por hectárea; es decir, en las 113.2543 hectáreas de humedal, las plantas estarían fijando un volumen total de 11,479.46 toneladas de CO₂ atmosférico como emisiones evitadas.

Estrategias de manejo sostenible del humedal de Yanayacu

Es necesaria la formulación y ejecución de un *Plan de Manejo Sostenible del humedal de Yanayacu* que promueva su conservación y utilización sostenible a través de un manejo integrado. Esto puede realizarse a diferentes escalas según el objetivo perseguido. Debe tener un enfoque interdisciplinario que, a través del conocimiento profundo de las características y funciones del humedal y los aspectos socio-económicos propios del área, examine los diferentes usos posibles del ambiente.

DISCUSIÓN

El volumen promedio de carbono (27.6716 tC/ha) almacenado en la biomasa vegetal del humedal de Yanayacu representa el 3,91% del carbono total del sistema. Esta cifra se encuentra por debajo del carbono encontrado en la biomasa vegetal del humedal de Puerto Viejo (Palomino y Cabrera, 2007) y también por debajo de la concentración del carbono orgánico en la biomasa vegetal del humedal de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Freitas et al., 2006). Asimismo, el volumen de carbono encontrado en la biomasa vegetal del humedal de Yanayacu tiende a ser menor que los volúmenes encontrados en la biomasa vegetal de ecosistemas forestales y agroforestales. En plantaciones de eucalipto de 36 años, la biomasa vegetal del sistema aportó con 51.768 tC/ha (Hidalgo, 2006); en ecosistemas agroforestales de la Selva Alta de Tingo María la concentración de carbono orgánico en la biomasa vegetal total fue de 94.383 tC/ha (Hidalgo, 2009); en bosques tropicales de más de 40 años con ligera extracción de madera en Yurimaguas, la concentración de carbono en la biomasa vegetal fue de 297.56 tC/ha; mientras que en el bosque primario no intervenido y el bosque primario intervenido en Pucallpa, las concentraciones de carbono orgánico fue respectivamente de 164.27 tC/ha y 126.30 tC/ha (Guzmán y Arévalo, 2003).

Del análisis efectuado respecto a la menor concentración de carbono en la biomasa vegetal del humedal de Yanayacu respecto al de otros humedales y ecosistemas, se podría afirmar que esto obedecería a factores ecológicos directamente ligados a la distribución espacial de las especies vegetales (densidad), crecimiento y desarrollo, tipo de aprovechamiento y manejo, externalidades ocasionadas por terceros, altitud, latitud, temperatura, etc.; pero sobre todo al tamaño y/o volumen de plantas, que en el caso del humedal de Yanayacu, están conformadas por juncáceas, ciperáceas, rosáceas y especies herbáceas tipo césped que son consumidas permanentemente por los animales de la población local.

La concentración promedio de carbono en el suelo del humedal resultó ser de 9,535% del peso del volumen de suelo, con lo cual se determinó la concentración de 680.800 tC/ha en dicha fuente (96.09% de carbono del SUT) a 1.00 metro de profundidad. Esta cifra se encuentra por encima de las cifras registradas en otros estudios realizados en humedales, en ecosistemas forestales y agroforestales; pero se aproxima a las cifras porcentuales del contenido de carbono en los suelos de los diferentes ecosistemas terrestres (Ávila, 2000). Otros estudios reportan que más del 89% del carbono almacenado en el sistema agroforestal como el caso del sistema café bajo sombra (120.92 tC/ha) en Costa Rica corresponden al carbono del suelo (Ávila, 2000), mientras que en sistemas agroforestales de café, también en Costa Rica, se ha evaluado entre el 80 y 95.8% del carbono total del SUT (Suárez, 2000); lo que corrobora que la proporción de carbono almacenado en los suelos en términos porcentuales, que oscila en el mejor de los casos en el rango de 89% a 99,90% (Ávila, 2000, Freitas et al., 2006) se cumple en el humedal de Yanayacu.

CONCLUSIONES

1. Las reservas totales de carbono del humedal de Yanayacu (708.4716 tC/ha), de acuerdo a la literatura especializada consultada, se encuentran por encima de las concentraciones totales de carbono de otros ecosistemas, incluidos otros humedales de temperaturas más elevadas.
2. La biomasa vegetal del humedal de Yanayacu contribuye con 27.6716 tC/ha (3.91%) y el suelo con 680.800 tC/ha (96.09%), lo que permite afirmar que este humedal es una turbera y un importante sumidero de carbono con alta capacidad de fijación de CO₂.
3. El carbono gestionable, es decir, el carbono fijado por los organismos vegetales, asciende a 3,139.41 toneladas en el humedal de Yanayacu; lo que al valor promedio de US \$ 13.12 equivale a US \$ 41,189.02/año como servicio ambiental de captura de carbono.

4. De acuerdo a cifras del CO₂ equivalente (Fournier, 1996), se ha calculado que los organismos vegetales del humedal de Yanayacu estarían fijando un volumen total de 11,479.46 toneladas de CO₂ atmosférico por año a razón de 101.36 tCO₂/ha; cifra importante en la mitigación del cambio climático global que beneficia de manera directa e indirecta a los sistemas ambientales de la región y del planeta debido a las emisiones evitadas.
5. Es prioritario que el Gobierno Regional de Ancash adopte e implemente estrategias que contribuyan a la conservación y manejo sostenible del humedal de Yanayacu a través de la formulación y ejecución de un Plan de Manejo Sostenible como instrumento de gestión con enfoque interdisciplinario que surja del conocimiento profundo de las características y funciones del humedal y los aspectos socio-económicos propios del área y que examine los diferentes usos posibles del ambiente.

AGRADECIMIENTOS

El equipo investigador desea expresar su más profunda gratitud a la comunidad campesina de Cátaç, a las instituciones, organizaciones y personalidades que de una u otra manera contribuyeron en la culminación del presente trabajo de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, J., L. Arévalo y A. Ricse. 1999. Reservas de carbono según el uso de la tierra en dos sitios de la Amazonía Peruana. Lima, Perú.

Arévalo, L., J. Alegre y Ch. Palm. 2003. Manual de determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú. Lima, Perú.

Ávila, G. 2000. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas de café bajo sombra, a pleno sol, sistemas silvopastoriles y pasturas a pleno sol. Tesis de maestría, CATIE, 116 p.

Baldoceda, R. 2001. Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en la

zona de Neshuya Curimaná (Pucallpa). En: Valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales en el Perú. Lima: Proyecto INRENA-BIOFOR.

Cottenie, A. 1984. Los análisis de suelos y plantas como base para formular recomendaciones sobre Fertilizantes. Boletín de Suelos 38(2) de la FAO.

Fournier, L. 1996. Fijación de carbono y diversidad biológica en el agroecosistema cafetero. Boletín PROMECAFE (IICA) 71: 7–13.

Freitas, L., E. Otárola, D. Del Castillo, C. Linares, P. Martínez P., y G. Malca. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Documento Técnico N° 29 – IIAP. Loreto: IIAP.

Guzmán C., y L. Arévalo. 2003. Servicios ambientales de almacenamiento de carbono como activo para el desarrollo en la Amazonía Peruana: avances y retos. Pucallpa: SEPIA X.

Hidalgo, P. 2006. Determinación de las reservas totales de carbono en plantaciones de *Eucalyptus globulus* L. en Marcará – Carhuaz, 2003. UNASAM. Tesis de maestría, Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”, 161 p.

Hidalgo, P. 2009. Determinación de las reservas totales de carbono en un sistema agroforestal de la selva alta de Tingo María. Tesis doctoral, Universidad Nacional Federico Villarreal, 164 p.

IPCC. 1996. Guidelines for national greenhouse gas inventories: workbook and reference manual revised versión 1996, Module 1, 4, 5. Ginebra: UNEP, WMO.

Malca, G. 2001. Estimación de la capacidad de captura de carbono en bosques secundarios del Trópico Amazónico como indicador de valoración económica - Loreto Perú. En: Valoración económica de la diversidad biológica y servicios ambientales en el Perú. Lima: Proyecto INRENA-BIOFOR. 46 p.

Palomino, D., y C. Cabrera. 2007. Estimación del servicio ambiental de captura de CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo. Rev. Inst. Invest. Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, dic. (2007), 10(20): 49-59-ISSN 1561-0888.

Schroeder, P. 1994. Carbon storage benefits of agroforestry systems. Agroforestry systems. 27: 89-97.

Segura, M. 1999. Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privados en el área de conservación Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Tesis de maestría, CATIE, 120 p.

Smith, P., D. Powlson, A. Glendenning, y J. Smith. 1997. Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming. Global Change Biology 4: 679-685.

Suárez, D. 2000. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental de almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en la comarca Yassica Sur. Matagalpa, Nicaragua.

Universidad Austral. 2001. Simposio internacional de medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile.

Correspondencia:

Dr. Prudencio Celso Hidalgo Camarena.

Correo electrónico: celhica@gmail.com