

Recibido: 12 / 01 / 2008, aceptado en versión final: 20 / 01 / 2008

Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo

Estimation of the environmental service of apprehension of the CO₂ in the flora of the humedales of Puerto Viejo

Diana Palomino Contreras* y Carlos Cabrera Carranza*

RESUMEN

El Perú es uno de los doce países que concentran la mayor biodiversidad de la Tierra, se caracteriza por su diversidad de ecosistemas, especies y recursos genéticos.

Las acciones humanas son la causa de numerosos cambios en los sistemas naturales, como es el caso del cambio climático global por el aumento en los niveles de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, sobre todo del dióxido de carbono (CO₂).

Según la Convención Ramsar (1972), los humedales sirven de sumideros de carbono y la degradación de los humedales liberará grandes cantidades de dióxido de carbono contribuyendo al aumento de la temperatura mundial. En el Perú, existen 10 humedales protegidos por la Convención Ramsar. Sin embargo, existen otros importantes humedales, tal es el caso de los Humedales de Puerto Viejo, que se encuentran ubicados en el distrito de San Antonio, provincia de Cañete, departamento de Lima a la altura del Km. 67.8 - 72.5 de la carretera Panamericana Sur.

En la presente investigación, se estimó el servicio ambiental de captura del CO₂ de las especies de flora predominante, siendo la "grama salada" *Paspalum vaginatum* Swartz, la "Salicornia" *Salicornia fruticosa* Linneo y la especie de valor artesanal, como la "totora" *Schoenoplectus californicus*, y el "junco" *Scirpus americanus*, donde se cuantificó la cantidad de carbono almacenado con la finalidad de conocer el potencial de captura del CO₂ de estas especies características de los humedales y de esta manera conocer la pérdida de estas reservas de carbono al quemarlos o cambiarlos de uso para fines agrícolas o urbanos. Esta característica de capturar carbono se da en la biomasa parte aérea, radicular y en el suelo. En cada una de estas especies se establecieron al azar cinco transectos donde se tomó las muestras de flora dentro de estos transectos se establecieron cuadrantes también al azar para cuantificar la biomasa herbácea de los Humedales de Puerto Viejo.

ABSTRACT

Peru is one of twelve countries that concentrates the major biodiversity of the Earth, is characterized by its diversity of ecosystems, species and genetic resources.

The human actions are the reason of numerous changes in the natural systems, since it is the case of the climatic global change for the increase in the levels of greenhouse gases (GEI) to the atmosphere, especially of the carbon dioxide (CO₂).

According to the convention Ramsar (1972); the humedales use as sinks of carbon and the degradation of the humedales will liberate big quantities of carbon dioxide contributing to the increase of the world temperature. In Peru 10 exist humedales protected by the Convention Ramsar. Nevertheless other important humedales exist such it is the case of the Humedales of Old Port that is located in the district of San Antonio, Cañete's Province, Department of Lima at a height of the km 67.8 - 72.5 of the Panamerican road South.

* Unidad de Post Grado - Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
E-mail: palominocdiana@yahoo.es

In the present investigation there estimated the environmental service of apprehension of the CO₂ of them species of predominant flora being the "grama salada" *Paspalum vaginatum* Swartz, the "Salicornia" *Salicornia fruticosa* Linneo and the species of handcrafted value as the "totora" *Schoenoplectus californicus*, and the "junco" *Scirpus americanus*. where there was quantified the quantity of carbon stored with the purpose of knowing the potential of apprehension of the CO₂ of these species typical of the Humedales and hereby to know the loss of these reserves of carbon on having burned them or them to change use for agricultural or urban ends(purposes).

This characteristic of capturing carbon gives itself in the biomass air part, radicular and in the soil. In each of these species five were established at random transectos where one took the samples of flora inside these transectos quadrants were established also at random to quantify the herbaceous biomass of the Humedales of Old Port.

I. INTRODUCCIÓN

La conservación de los Humedales en el Perú se remonta a la época de las culturas preincas, hasta los años de la República, periodo en el cual la población rural ha utilizado los productos de los humedales para su supervivencia. Los Humedales proveen de una variedad de productos para la subsistencia del poblador rural, en el aprovechamiento artesanal de la totora y la pesca para el consumo humano, así también nos brinda servicios ambientales como la captura del CO₂, recarga de acuíferos, depuración de las aguas, etc.

Con el aumento de la población, se ha incrementado las amenazas para los humedales y su desaparición implica la extinción de sus funciones ecológicas.

Los Humedales de Puerto Viejo están deteriorándose por las acciones humanas, fundamentalmente por la necesidad de utilizar una mayor extensión de tierras para satisfacer los requerimientos de la población creciente, sean éstas para la alimentación, emplazamiento de centros urbanos, pasturas de animales; debido al desconocimiento del valor de sus beneficios ambientales, traducidos en servicios ambientales y ausencia de un manejo adecuado de sus recursos.

La quema de los combustibles fósiles, cambio de uso de la tierra, incendios forestales, etc., por las acciones naturales y humanas han producido el incremento de las concentraciones del dióxido de carbono y el aumento de la temperatura atmosférica. El cambio climático producirá impactos en la salud, la agricultura, los recursos hídricos, las zonas costeras, los humedales, entre otros, por el incremento de la concentración de los gases de efecto invernadero.

El carbono es un componente esencial para los seres vivos, existe en su mayor parte como dióxido de carbono en la atmósfera, los océanos y los combustibles fósiles (carbón petróleo y otros hidrocarburos). El CO₂ en la atmósfera es absorbido por las plantas y convertido en carbohidratos y tejidos a través del proceso de fotosíntesis, como parte del ciclo del carbono.

Los Humedales de Puerto Viejo tienen una superficie total aproximada de 438 hectáreas; y de éstas, el área

de estudio es de 149 635 778 m². En este estudio se cuantificó la cantidad de carbono almacenado en las especies de flora predominante y flora de valor artesanal, utilizando la metodología desarrollada en los fundamentos científicos del ICRAF - "The World Agroforestry Centre" para determinar con precisión el carbono almacenado en la biomasa herbácea y poder estimar el servicio ambiental de captura del CO₂, permitiendo identificar y evaluar el potencial de captura de CO₂ por las especies de flora predominante y de valor artesanal de los humedales de Puerto Viejo y contribuir al conocimiento de la importancia de la misma para su conservación y manejo sostenible.

El análisis estadístico fue realizado empleando el Software SPSS versión 14 para Windows mediante el Diagrama de cajas (boxplot), que es una herramienta visual para ilustrar los datos mediante análisis descriptivo y el Software Excell que va permitir comparar los datos estadísticos de las especies de flora estudiadas.

Los objetivos de esta investigación fueron:

- * Estimar la captura del CO₂ como Servicio Ambiental de las especies de flora predominante y de valor artesanal de los Humedales de Puerto Viejo del distrito de San Antonio - Cañete.
- * Identificar a las especies de la flora del área de estudio.
- * Determinar la cantidad de carbono almacenado en la estructura vegetal de las especies de estudio a fin de estimar el potencial de captura del CO₂.

II. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Localización

Los Humedales de Puerto Viejo se ubican entre los kilómetros 67,8 – 72,5 de la carretera Panamericana Sur, en la jurisdicción de los distritos de San Antonio y Chilca, provincia de Cañete, departamento de Lima. (Gobierno Regional de Lima, 2005)

Límites

Los Humedales de Puerto Viejo limitan:

- Por el Norte: Con el cerro La Honda y Las Brujas.
 Por el Este : Con las granjas avícolas y la carretera Panamericana Sur
 Por el Sur : Con el cerro Calanguíño.
 Por el Oeste: Con el Océano Pacífico.

Superficie

Los Humedales de Puerto Viejo comprenden una superficie total, aproximada, de 438 Has. De esta extensión, aproximadamente, 50 Has se encuentran en la jurisdicción de la Municipalidad de Chilca, y, aproximadamente, 388 Has se hallan dentro de la jurisdicción de la Municipalidad distrital de San Antonio. Actualmente, el área total del humedal se distribuye en la siguiente forma:

- A) De 235,34896 Has, 35 Has son propiedad de Lorena S. A.; y 200 Has fueron adjudicadas a Emilio Carrera Espinoza como terrenos eriazos; posteriormente vendidas a Lorena S.A. Actualmente son ocupadas por asociaciones de vivienda.
 B) 202,63104 Has son de propiedad del estado, que se encuentran ocupadas por gramadales, totorales, arbustos, cuerpos de agua y pampas eriazas. (Gobierno Regional de Lima, 2005)

El Área de Estudio está ubicado a la altura del Km 70+448 al Km 70+848 de la carretera Panamericana Sur. Delimitándose un área total de estudio de 149 635 778 m². Políticamente, el área de estudio pertenece al distrito de San Antonio, provincia de Cañete, departamento de Lima.

Geográficamente, el área de estudio está comprendida en las siguientes coordenadas del Sistema Transversal Mercator:

316 121.413 - 316 427.233 E
 8 609500 - 8 610166.830 N

La identificación de la zona de estudio se realizó con la carta nacional a escala 1/25000 de Chilca hoja 26-j INO, del Instituto Geográfico Nacional - IGN, y la cartas nacional del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100 000, determinando que el ámbito de interés se encuentra enmarcado en la Carta Nacional de Mala hoja 26-j; asimismo, se usó los instrumentos como el GPS y estación total permitiendo realizar la toma de muestra de las principales especies de flora determinadas para tal fin.

Vías de Acceso

Debido a su ubicación geográfica, el acceso a este ecosistema es a través de la Carretera Panamericana

Sur; aproximadamente, a 45 minutos de la ciudad de Lima. En el Km. 71, se toma un desvío a la derecha a través de una pista afirmada, donde se puede apreciar el letrero y mirador de aves de la Asociación Yanavico, siguiendo esta carretera se llega hasta el extremo sur de la playa de Puerto Viejo. (Gobierno Regional de Lima. 2005).

Descripción del área de estudio

Se identifica, caracteriza y describe a los aspectos generales tales como: geología, suelos, hidrología, topografía, clima, formación ecológica; Características y componentes de los recursos naturales; flora y fauna y la zonificación de uso de suelo de los Humedales de Puerto Viejo.

Aspectos Generales

Geología

Desde el punto de vista geológico; originalmente, constituyó una gran cuenca litológica, de orígenes marino y continental. (Ministerio de Agricultura, 1980)

Suelos

Son suelos de origen aluvial. Presenta una textura media a moderadamente gruesa y su clase textural son suelos arenosos conformados por arena.

Hidrología

Tanto las precipitaciones como los deshielos originan básicamente a los ríos Quinches (afluente de la margen izquierda) y San Lorenzo (afluente de la margen derecha), los cuales con su confluencia, aguas arriba de la localidad, originan al río Mala, el cual desemboca al Océano Pacífico. El régimen del río Mala es torrentoso con elevadas descargas entre diciembre y abril, y bajas el resto del año.

Topografía

Está conformada por llanuras y colinas de relieve ondulado, dentro del cual se encuentra el área agrícola del valle, algunas áreas de lomas, pampas eriazas y áreas salinizadas. (ONERN, 1976)

Clima

Corresponden a un clima seco y árido; con precipitaciones entre 0-1.4 mm por año; temperatura media de 18.9°C, que lo caracteriza como cálido; la humedad relativa anual promedio alcanza a 79% con ligeras variaciones durante el año; siendo la evaporación total media anual 942.8 mm; características que lo tipifican, ecológicamente, como Desierto Sub-Tropical extendiéndose esta formación hasta los 800 msnm, según la Metodología de las zonas de vida de Holdridge. (INRENA, 1981)

Formación Ecológica

Según el Mapa Ecológico del Perú (1976), pertenece al Desierto Superárido Sub tropical (ds - S). Su medioambiente se caracteriza por presentar un clima extremadamente árido y semi-cálido, es decir, que las precipitaciones son muy escasas o nulas.

Características principales de la flora del área de estudio

Se tomó las muestras de flora predominantes y de valor artesanal de los Humedales de Puerto Viejo para su identificación en el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, siendo sus características:

Familia : *Cyperaceae*

Nombre científico: *Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey) Soyak

Nombre vulgar: “Totora”

Características

Utilizada artesanalmente para la fabricación de esteras, balsas, aventadores, entre otras artesanías tiene raíces etno-históricas muy profundas, los mismos que datan desde la época prehispánica.

Los indios de la comarca de Quito empleaban las esteras como cama de dormir y como mantel para poner los alimentos; estos mismos productos fueron también géneros de tributo para el inca, lo cual revela su gran utilidad en aquellos tiempos.

De igual forma, al norte de Chile, en Arica, se utilizaba para la elaboración de recipientes o vasijas para el transporte de vino y productos de comercio a través de navíos y animales de carga.

En el Lago Titicaca, se acostumbraba construir las casas sobre balsas de totora y se tejía esteras para el servicio de Gobernadores y Caciques. Según la leyenda de Manco Cápac, también se confeccionaba orejeras de totora con fines de transformarlo en un artículo de adorno personal.

Así como también es sorprendente la construcción de un puente de junco sobre el río Desaguadero, cerca del Lago Titicaca, que fue ordenado por Cápac Yupanqui para poder cruzar con su ejército; dicho puente debía repararse cada seis meses. Además de su utilidad práctica, en las provincias del Tahuantinsuyo, la totora se empleaba para confeccionar la insignia o bastón de mando denominado “tiana”, que empleaba el jefe que tenía a su cargo diez tributarios.

Esta planta de forraje es el principal insumo utilizado por los pescadores de la caleta de Huanchaco para construir sus balsas. (Proyecto SICA, 2001)

Descripción

La totora es una hierba perenne, de escaso porte, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trígono, sin presentar tuberosidades en la base. Las hojas de la sección inferior presentan vainas foliares carentes de láminas; las superiores las desarrollan ocasionalmente. La inflorescencia es un agregado simple y seudolateral de espiguillas; tiene una bráctea erecta, que semeja una continuación del tallo. Las espiguillas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, deciduas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta; la raquilla es persistente. Las flores son hermafroditas; los estambres son tres, y los estilos dos.

Fenología

La floración de la totora inicia a mediados de la época lluviosa y seca y su periodo de fructificación es cada 6 meses, periodo en el cual se realiza el corte, (2 cosechas al año), en esta actividad participa la mayoría de los miembros familiares, elaboran pequeños atados “guangos” para ser trasladados a su lugar de secado, de mayor aireación, bien soleado y plano.

El tiempo de secado transcurre entre 8-15 días hasta que la fibra haya transpirado su humedad hasta un 90%, característica fundamental para que las mujeres elaboren las diferentes artesanías: esteras, aventadores, carteras, etc.; debido a la resistencia de su fibra natural, sirve para la construcción de botes rudimentarios para la pesca y cosecha de totora. Además, se la puede utilizar como material aislante.

Características Morfológicas y Composición Química

<i>Altura de planta:</i>	3,20 a 4,20 m.
<i>Espesor:</i>	0,5 a 5,0 cm de diámetro
<i>Densidad:</i>	280 tallos aéreos/m ²
<i>Composición química:</i>	Hemicelulosa, x-celulosa y Lignina.

(Proyecto SICA 2001)

Hábitat

Son hierbas acuáticas o de pantano con tallos erguidos, flexibles y livianos que aseguran la función fotosintética.

Esta especie vive parcialmente sumergida. Crece en la costa y en los andes, en lagunas y lugares pantanosos. Se desarrolla a poca distancia de la orilla de una profundidad máxima promedio de 4.5 m. (Wust, 2003)

Utilidad

Establecer viviendas, entre ellas la elaboración de esteras. El tamaño de la estera es muy variable pero, generalmente, es de 1.85 m x 1.30 m. destinada como cama.

Sus flores desmenuzadas proporcionan una felpilla apropiada para hacer colchones.

Los brotes tiernos se emplean como alimento para el hombre.

Es un material adecuado para la construcción de embarcaciones como medio de transporte. (D'Achille, 1994).

Su fibra se emplea en la fabricación de utensilios; esteras, asientos.

Como medicina: Se emplea como astringente para bajar la fiebre.

Una parte próxima a la raíz sirve para la alimentación del ganado como forraje. (Wust, 2003)

Otro producto tejido son los aventadores que son abanicos empleados para avivar el fuego.

Se elabora también artesanías varias como sombreros, paneras, carteras, figuras de animales típicas de la serranía.

Fuente de trabajo para familias que explotan este recurso natural y pagan por extracción forestal a la respectiva oficina del Ministerio de Agricultura. (Chloris Chilenes, 2006)

Familia: *Cyperaceae*
Nombre científico: *Scirpus americanus Pers.*
Nombre común: "Junco"

Descripción

Hierba perenne con rizoma rastrero; tallos de hasta 20 cm de altura, trígonos. Inflorescencia en glomérulos de 8-10 mm de largo, compuestos por 1-3 espiguillas castañas. (Wust, 2003)

Las flores son regulares y hermafroditas. El androceo tiene 6 ó solo 3 estambres, el gineceo, 3 carpelos con un solo estilo y 3 estigmas filamentosos. El fruto es capsular. Las plantas de esta familia son hierbas raramente anuales, por lo común vivaces o perennes, de hojas angostas o reducidas a las respectivas vainas.

Las flores se agrupan en inflorescencias complejas generalmente en antelas.

Las familias se componen de unas 300 especies es su mayor parte de lugares húmedos de los países templados y fríos. (Wust, 2003)

Utilidad e importancia

Esta especie forma poblaciones que se denominan Juncales, a esta especie se le da mayor valor econó-

mico agregado por la fabricación de muebles, tapetes, canastas, bolsos, sombreros y otras artesanías, siendo su principal mercado la provincia de Cañete, se extrae anualmente 6 a 7 TM, convirtiéndose en un recurso importante, fuente de trabajo para las familias que se dedican a este oficio. (Jiménez, 2006)

Familia: Poacea (Gramineae)

Nombre científico: *Paspalum vaginatum Swartz*

Nombre común: "Grama salada"

Características

Planta herbácea anual, de tallos ramosos, dicotomos que alcanzan de 40 a 50 cm. Hojas sésiles opuestas, rudimentarias, enteras, superpuestas unas sobre otras y de matiz verde oscuro. Sus flores imperceptibles a la vista, están reunidas en grupitos axilares.

Floresce entre verano y otoño dando lugar a un fruto capsular valvoso e indehiscente.

Propiedades

Es depurativa, diurética.

Hábitat

Vegeta espontáneamente en las marismas y tierras adentro, donde predominan los suelos salinos.

Partes Utilizadas

La planta entera.

Principios Activos

Sales, tanino y ciertos ácidos.

Usos

El zumo obtenido después de machacada y prensada la planta en fresco es antiescorbútico. Consumida a manera de ensalada es depurativa y diurética. (Juscafresa, 1995)

Familia: *Chenopodiaceae*

Nombre científico: *Salicornia fruticosa Linneo.*

Nombre común: "Salicornia"

Descripción

Arbustillo de hasta 1 m de altura o más, erecto y muy ramificado. Tallos leñosos en la parte basal y con ramas erectas, carnosas-articuladas. Hojas opuestas, reducidas a escamillas soldadas en la base formando un anillo cupuliforme de bordes hialinos y ápices puntiagudos.

Flores hermafroditas inconspicuas, en grupos de tres, situadas en una inflorescencia espiciforme en el extremo de los tallos erectos; las cimas trifloras en disposición decusada con dos opuestas en la base de cada artejo fértil.

Cada grupo contiene tres flores, de las cuales la central se encuentra situada a mayor altura, incrustada

en la parte inferior de un artejo fértil. Las flores de cada cima están separadas por medio de un tabique que se mantiene después de que el fruto se haya desprendido en la madurez, apareciendo allí, entonces, tres oquedades contiguas e independientes. Perianto carnoso formado por la fusión de cuatro piezas; dos estambres; ovario superior con dos estigmas.

Semillas pardas o pardo-grisáceas cubierta de protuberancias o pelos cortos y cónicos, no ganchudos.

Reproducción

Por medio de semillas.

Hábitat

Crece en los suelos con gran humedad de los entornos de las marismas y de los saladares. Tamaño máximo 1 metro. (IAP 2006)

Zonificación de Usos del Suelo

El área de estudio corresponde a Zona Paisajística.

ZONA PAISAJISTA ZP	ZP2	Áreas de Protección del Paisaje Natural, Bosques, Lagunas, Pantanos, Jardines, Miradores, Paseos Densidad Mínima.
	Zonas de Riesgo Geotécnico	

Fuente: Municipalidad de San Antonio (1999). Plano del Esquema de Ordenamiento Territorio del distrito de San Antonio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

A. Información Cartográfica

En cuanto a la información cartográfica que se obtuvo para la elaboración del presente trabajo de investigación, se debe especificar que se delimitó la carta nacional del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:100 000 determinando que el ámbito de interés se encuentra enmarcado en la Carta Nacional de Mala hoja 26-j y la otra carta a escala 1/25000 de Chilca hoja 26-j INO. La información seleccionada para la realización del los muestreos de las especies de flora estudiadas se realizó a escala 1/1000 .

B. Información Hidrológica

Se obtuvo la información del INRENA - Instituto Nacional de Recursos Naturales (1995). Estudio de Factibilidad para la Derivación de las aguas del río Mala a la Cuenca del Río Chilca. Se recopiló información de los diferentes parámetros hidrológicos que se cita a continuación: Descargas medias mensuales

del Río Mala en la Estación de Capilla periodo 1964 -1989.

C. Materiales para la toma de muestras de las principales especies de Flora de los Humedales de Puerto Viejo.

- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- GPS
- Mapa de ubicación
- Brújula
- Botas de jebe
- Wincha de 3 mts (1) y Wincha de 100 m y 50 m (1 c/u)
- Tijera de Podar
- Pala recta (2)
- Plumón indeleble (5), lapiceros.
- Bolsas se Papel #20 , 12, 8 , 6 (100 c/u)
- Bolsas de plástico 7x10, 8x12 (3 c/u)
- Costales de polietileno
- Marco de Madera de 1m x 1 m
- Lampa, pico

Metodología

Para la determinación del contenido de carbono en las especies de flora, se seleccionó a las especies más frecuentes, predominantes y de valor artesanal en los Humedales de Puerto Viejo. En ellos se ha estimado el número de repeticiones necesario para el cálculo del factor de carbono y de esta manera poder estimar la captura de dióxido de carbono en las especies de flora estudiadas.

El método utilizado para la identificación de las especies de flora en el sitio de muestreo es el método del Transecto; y para la determinación de las reservas de carbono ha sido desarrollado por la Metodología del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería – ICRAF.

La Determinación del factor de Carbono en las muestras de flora aérea y raíz se realizó en el laboratorio de la Universidad Agraria la Molina con el Método de Titulación o Walkley y Black; y para la determinación de carbono en el suelo. se realizó por el método Colorimétrico. A continuación la explicación de los siguientes métodos:

Método del Transecto

Consiste en la toma de una porción alargada de vegetación que sirve como muestra o unidad muestral.

Metodología para la determinación de las reservas de carbono

Esta metodología es desarrollada por el Centro Internacional para la investigación en Agroforestería

- ICRAF; en el Manual de Determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la Tierra en Perú. (Arévalo *et al.*, 2003)

Para la Determinación de Carbono en las especies de Flora predominantes y de valor artesanal de los Humedales de Puerto Viejo la Biomasa característica que presenta es la Biomasa herbácea (Bhb) realizándose lo siguiente:

1. Seleccionar el sistema de uso de la Tierra en la que se va evaluar la cantidad de carbono secuestrado en este caso la biomasa de los humedales corresponde a biomasa herbácea (Bhb), ya que está compuesta por la biomasa sobre el suelo (epigea) de gramíneas y de otras hierbas.
2. La Biomasa herbácea se estima por muestreo directo en dos cuadrantes de 1 m x 1 m, distribuidas al azar.
3. Se corta toda la vegetación a nivel del suelo y se registra el peso fresco por metro cuadrado.
4. Colectar una submuestra y registrar el peso fresco, colocándolo en una bolsa de papel correctamente identificado.
5. Secar las muestras colectadas en estufas calientes a 75°C por 24 horas, hasta obtener un peso constante.
6. El peso seco de esta biomasa se eleva a t C/ha multiplicándose por el factor que determina el porcentaje de carbono en las muestras.

Método de Determinación del Factor de conversión de Carbono en el Laboratorio

Para la determinación del factor de carbono se determina por el porcentaje de la materia orgánica (%M.O), que es igual al porcentaje de carbono (%C) multiplicado por el factor 1.724. Para las diferentes especies de flora en estudio, se realizó la aplicación del siguiente método:

Método de Walkley y Black

La materia orgánica es oxidada con una mezcla de K_2CrO_7 más H_2SO_4 . La dilución concentrada se calienta con H_2SO_4 y K_2CrO_7 es la fuente exclusiva de calor. El exceso de K_2CrO_7 es determinado por titulación con $FeSO_4$ ó con $(NH_4Fe)_2(SO_4)_3$. Este método proporciona una estimación fácilmente oxidable de carbono orgánico y es usado como una medida de carbono orgánico total. El porcentaje de materia orgánica es igual al porcentaje de carbono orgánico multiplicado por el factor de 1.724, porque la materia orgánica contiene el 58% de carbono.

Método Colorimétrico

Durante el proceso de oxidación de la materia orgánica, el Dicromato sufre variación en su capacidad de absorber la luz. (Bazán, 1996)

Determinación de la población y muestra

La población de donde se obtiene las muestras de flora corresponde a 388 Ha, delimitándose un área de estudio de 149 635.778 m². Las muestras se obtuvieron de áreas representativas o áreas estándares utilizando el muestreo aleatorio que consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales al azar, no presentando inconvenientes porque no son zonas heterogéneas, caracterizadas por predominar la Biomasa herbácea (Bhb), compuesta por biomasa sobre el suelo (epigea) de gramíneas y de otras hierbas, determinándose a las especies de valor artesanal y de predominancia que habitan en los Humedales de Puerto Viejo. Determinándose 05 muestras por cada especie de flora estudiada tanto en la parte aérea como en la parte raíz, se asumen como mínimo para una estimación estadística.

Tratamiento de las muestras

El tipo de escala de medición de las muestras es de razón. Determinándose que la variable es de Tipo Cuantitativa medida en escala de razón continua.

Se tomó la biomasa herbácea, peso fresco por metro cuadrado, determinándose el peso de las mismas; y de esta muestra, se sacó una sub muestra del peso fresco que posteriormente se llevó a la estufa y se determinó su biomasa herbácea en peso seco, teniendo esta variable de tipo cuantitativa se multiplicó por el factor correspondiente determinándose la cantidad de carbono capturado y posteriormente se estimó la cantidad de CO_2 capturado en unidades de escala de tipo de razón continua en unidades de t C/ha y t CO_2 /ha.

El análisis estadístico fue realizado empleando el Software SPSS versión 14 para Windows mediante el Diagrama de cajas (boxplot), que es una herramienta visual para ilustrar los datos mediante análisis descriptivos y el Software Excell, que va permitir comparar los datos estadísticos que se desarrolla con 5 números, que son los datos de las muestras tomadas por cada especie considerando la parte aérea y parte raíz de las especies de flora estudiadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resultados

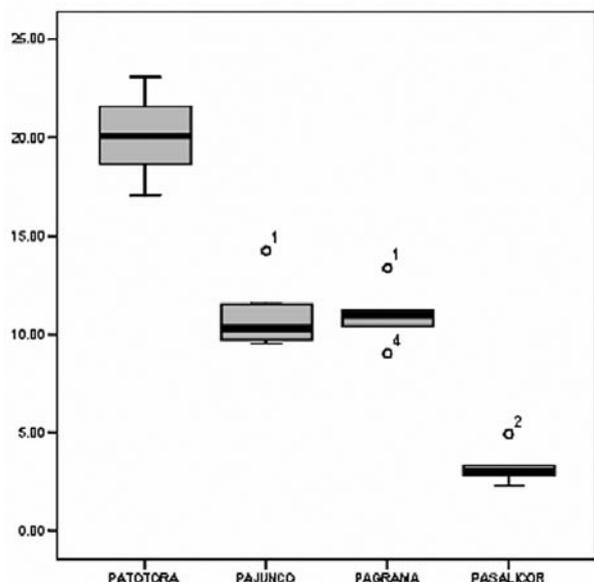


Gráfico N.º 1. Comparación de captura de carbono de las especies de flora predominante y de valor artesanal en la biomasa foliar parte aérea.

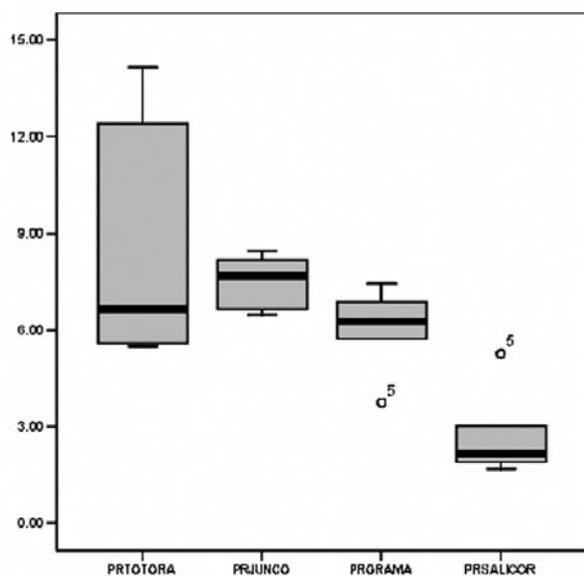


Gráfico N.º 2. Comparación de captura de carbono de las especies de flora predominante y de valor artesanal de captura de carbono en la biomasa parte raíz

1. Se puede inferir que la especies de flora Salicornia fruticosa y grama salada presentan poca dispersión, debido a que estas especies captan menor cantidad de carbono en su estructura foliar parte aérea (Grafico N.º 1) y raíz (Grafico N.º 2). La que presenta mayor mediana son la totora y el junco.

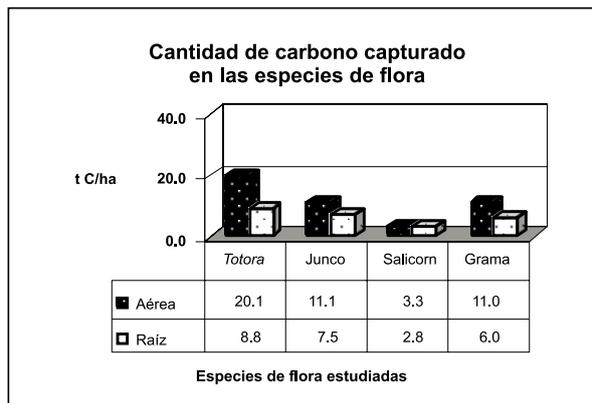


Gráfico N.º 3

- De las especies de flora estudiadas en los Humedales de Puerto Viejo, la mayor captación de carbono en la parte aérea se dio en la especie de flora "totora" (*Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey) Soyak), con 20.1 t C/ha; seguida por el junco (*Scirpus americanus* Pers), con 11.1 t C/ha; después la grama salada (*Paspalum vaginatum* Swartz), con 11 t C/ha; y la menor captación de carbono se dio en la Salicornia (*Salicornia fruticosa* Linneo), con sólo 3.3 t C/ha. (Gráfico N.º 3)
- El carbono almacenado en la raíces de las diferentes especies hasta los 20 cm de profundidad, mostraron el siguiente orden de captación de mayor a menor: totora (8.8 t C/ha) > junco (7.5 t C/ha) > grama salada (6 t C/ha) > Salicornia (2.8 t C/ha). (Gráfico N.º 3). La relación biomasa foliar versus la biomasa de raíces fluctuó entre 1.5 hasta 2.5.

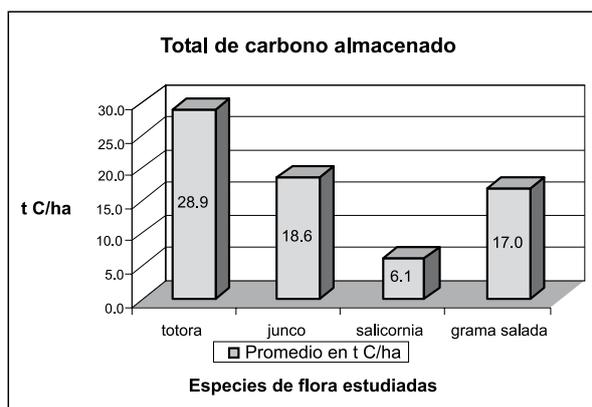


Gráfico N.º 4

- El total de carbono almacenado por las especies de flora parte aérea y parte raíz de mayor a menor fueron: totora con 28.9 t C/ha, junco con 18.6 C/ha, la grama salada con 17 t C/ha y la Salicornia con 6.1 t C/ha. **La Salicornia y la grama salada**, son especies que mantienen un equilibrio de almacén de carbono debido a que no son utilizadas como las especies de totora y junco que tienen un valor artesanal. (Gráfico N.º 4)

Cuadro N.º 1

Muestras de suelos de las especies de Flora en estudio de los Humedales de Puerto Viejo	% M.O (materia orgánica)	%C	1C/Ha
Junco	5.2	3	99.00
Totora	0.5	0.29	9.57
Gramasalada	0.6	0.35	11.55
Salicornia	0.3	0.17	5.61

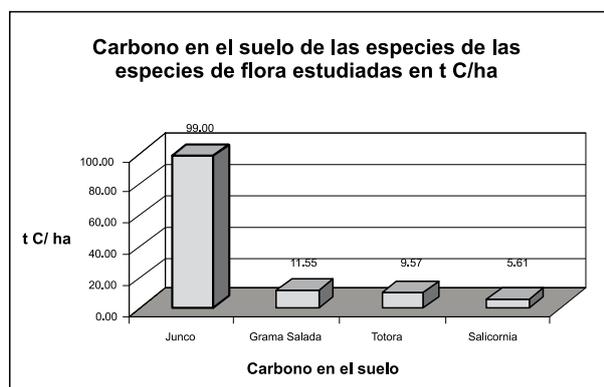


Gráfico N.º 5

5. La variación del contenido de materia orgánica (M.O) en el suelo de las especies de flora de valor artesanal y predominante es el junco con 5.2% (Cuadro N.º 1), la totora con 0.5%, la grama salada con 0.6 %, y la Salicornia con 0.3%; en el caso del suelo del junco, a diferencia de los demás suelos, presenta un alto contenido de materia orgánica por tener un contenido mayor de 4% de materia orgánica, presentando también un mayor contenido de carbono en el suelo. (Gráfico N.º 5)

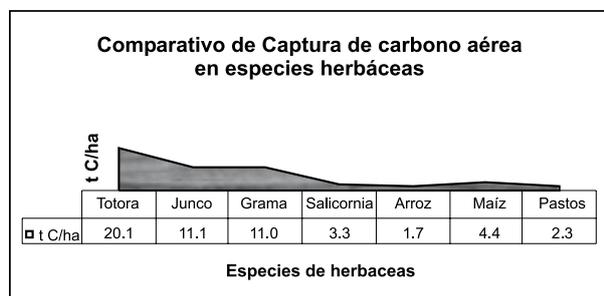


Gráfico N.º 6

6. En un comparativo de captura de carbono parte aérea con algunas especies herbáceas, como maíz, pastos y arroz, la totora capta 20.1 t C/ha, el junco capta 11.1 t C/ha y la grama salada 11 t C/ha. (Gráfico N.º 6)

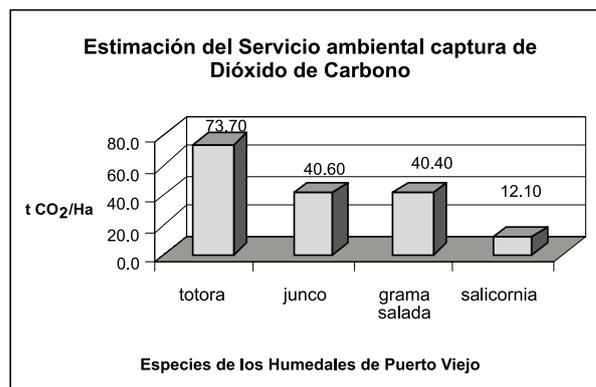


Gráfico N.º 7

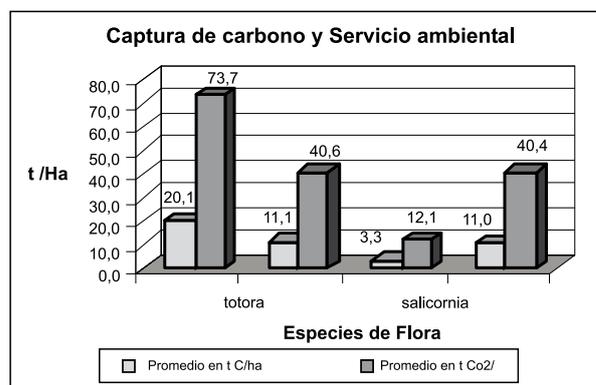


Gráfico N.º 8

7. En la estimación del servicio ambiental de captura de CO₂ producido por las especies de flora de los Humedales de Puerto Viejo; parte aérea en forma decreciente es en la totora con 73.7 t CO₂/ha, el junco con 40.6 t CO₂/ha, la grama salada con 40.4 t CO₂/ha, y en la salicornia con 12.1 t CO₂/ha. (Gráfico N.º 4). La especie que capta más CO₂ es la totora con 73.7 t CO₂/ha y el junco 40.6 t CO₂/ha. (Gráfico N.º 7 y 8)

8. El porcentaje de humedad, en las especies de flora estudiadas del Humedal de Puerto Viejo en la parte aérea en orden de mayor a menor de

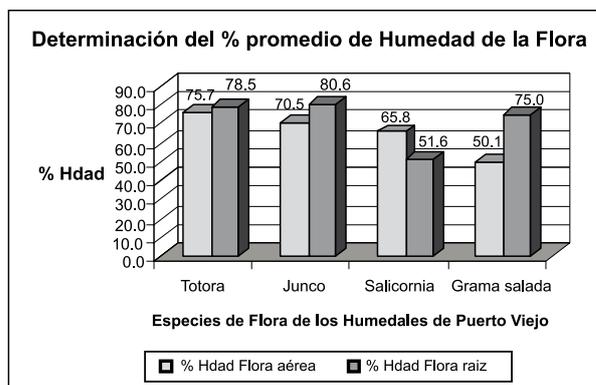


Gráfico N.º 9

contenido de Humedad, es la totora con 75.7%, el junco con 70.5%, la Salicornia con 65.8%, y la grama salada con 50.1% y la humedad presente en las raíces son en el junco con 80.6%, la totora con 78.5%, la grama salada con 75% y la Salicornia con 51.6%. (Gráfico N.º 9)

IV. DISCUSIONES

Según la Convención Ramsar (1972), los Humedales sirven de importantes sumideros de carbono y la degradación de los Humedales liberará grandes cantidades de CO₂ contribuyendo al aumento de la temperatura atmosférica.

Determinándose la importancia de las especies de Flora estudiadas en los Humedales de Puerto Viejo, ya que contribuyen con la reducción de las concentraciones de CO₂ a la atmósfera por intermedio de la flora que almacena carbono en su estructura mediante la fotosíntesis, brindando un servicio ambiental en la captura del CO₂.

Si no se mantiene y maneja adecuadamente la flora en los Humedales de Puerto Viejo por la falta de educación y concientización, la destrucción de este ecosistema liberará concentraciones de dióxido de carbono a la atmósfera que se tiene como reservorio en su estructura vegetal. Además, estas especies proporcionan productos de Humedales como la totora para los techos y forraje para los animales y poseen valor cultural por la importancia educativa y la belleza natural y paisajística de las especies que se albergan en este ecosistema.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. En el área de estudio, se ha identificado las áreas que abarcan las especies de flora estudiadas, de mayor a menor, ocupando la grama salada (*Paspalum vaginatum*) un 68% seguido por el junco con (*Scirpus americanus Pers*) con 8.85%, la Salicornia (*Salicornia fruticosa Linneo*), con 3.21% y la totora (*Schoenoplectus californicus (C.A.Mey) Soyak*) con 1.93%, identificando como especie predominante a la grama salada.
2. Se aprecia claramente la interrelación del agua en la función ecológica que presentan las especies de flora del Humedal, evidenciada en las especies de junco y totora por su hábitat en espacios húmedos, ya que el agua juega un rol fundamental conllevando a que cualquier alteración en el agua se reflejará en las especies de flora y fauna.
3. La especie de flora “totora” presenta mayor cantidad de captura de carbono en su biomasa foliar, puede deberse a que esta especie es cortada

anualmente; por lo tanto, se produce un nuevo almacenamiento de carbono en sus estructura conllevando a que sea la especie de valor artesanal que capte mayor cantidad de carbono, seguido por el junco. **En la grama salada y en la Salicornia, la cantidad de captura de carbono en estas especies es menor, debido a que no se utilizan como la flora de valor artesanal.**

4. En la estimación del servicio ambiental de captura de CO₂, de mayor a menor, la especie que más capta CO₂ es la totora con 73.7 t CO₂/ha, seguido por el junco con 40.6 t CO₂/ha, que son especies de valor artesanal, de allí la importancia de estas especies en la captura de CO₂, y el almacenaje de carbono es directamente proporcional a la captura de CO₂. Por lo tanto, de realizarse una práctica de quema de estas especies se emitirían concentraciones de dióxido de carbono a la atmósfera.
5. En la actualidad, se evidencian grandes pérdidas de sumideros de carbono. Uno de estos casos son los ecosistemas de humedales, debido a la falta de conciencia ambiental y falta de educación ambiental, cambiando estas tierras en áreas de pastoreo o cultivos, traduciéndose en áreas insignificantes de niveles de captura de carbono o, en su defecto, en zonas de fuente de emisión de dióxido de carbono hacia la atmósfera.
6. Las especies herbáceas estudiadas de los Humedales de Puerto Viejo contribuyen significativamente con la retención de carbono, brindando a la vez un servicio ambiental. El CO₂ atmosférico es uno de los gases de efecto invernadero que si se perdería, estas especies vegetales contribuirían al incremento del efecto invernadero; por ello, es necesario el mantenimiento de estas especies de flora.
7. La elaboración de diversas artesanías permite generar un verdadero proceso de desarrollo sostenible con enfoque de equidad y participación comunitaria representando una alternativa de manejo sostenible, por ello es necesario mejorar el aprovechamiento y utilización de las especies de flora “totora” y “junco”.
8. Los Humedales de Puerto Viejo nos benefician con el servicio ambiental que nos brinda; sin embargo, se ve claramente afectado traduciéndose en su deterioro y pérdida de la misma por la falta de conciencia ambiental en la población.

Recomendaciones

1. El nivel de carbono en la biomasa aérea de las especies herbáceas estudiadas indica que los más altos valores de almacenaje de carbono en su estructura corresponden a las especies de totora (*Schoenoplectus californicus (C.A.Mey) Soyak*),

y junco (*Scirpus americanus Pers*), así como los beneficios ambientales y su valor de uso artesanal para la fabricación de diversas artesanías, por ello es recomendable resembrarlos.

2. Es recomendable realizar un manejo sostenido con las especies de flora de valor artesanal ya que con estas fibras se producen artesanías, desarrollando una constante dinámica de renovación en comparación con las otras especies que mantiene el carbono en su estructura vegetal con la finalidad de capacitar y concientizar a los artesanos de bajos recursos y promover el aumento del bienestar de estos pobladores que viven dentro y alrededor de este Humedal.
3. Los humedales de Puerto Viejo constituyen un recurso de gran importancia económica, cultural, científica, recreativa y turística que debe ser conservado por los beneficios que posee.
4. Se debe de Conservar, respetar y revalorizar a los Humedales de Puerto Viejo mediante la promoción y difusión a la población en contra de las iniciativas destructoras para alcanzar la armonía con la naturaleza y por las normas que la regulan su conservación señalada en la Convención RAMSAR y el Convenio de la Diversidad Biológica.
5. Se recomienda, luego del corte "cosecha" recoger todos los residuos de la planta, ya que esto ocasionaría Eutrofización Acelerada del sistema limnológico, conllevando a la disminución en área del espejo de agua. Todo este material de desecho y corte se debe utilizar en camas de composteras, para elaborar cómpost y humus de lombriz que son materias primas para mejorar la fertilidad de los suelos.
6. Se debe mejorar el sistema de comercialización de las artesanías de totora y junco, bajo un sistema comunitario con el objeto de incrementar los ingresos de los artesanos que se dedican a esta actividad.
7. La Municipalidad Local de San Antonio, debe de realizar campañas de limpieza de los Humedales de Puerto Viejo, concientizando a la población de los beneficios que nos brinda y asegurar su uso racional y sostenible para el beneficio de la comunidad y el mantenimiento de su potencial para las futuras generaciones.
8. Se recomienda monitorear la captura de carbono en las especies de flora con valor artesanal, para evaluar el incremento de la biomasa en estas especies.

VI. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) por la confianza brindada en el apoyo financiero.

A Julia Justo, Directora Ejecutiva del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), Miguel Ángel Mufarech - Gobierno Regional de Lima, por el apoyo brindado en la información.

A mi asesor de tesis, Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza.

Al Dr. Julio Alegre de la UNALM, por el soporte técnico brindado en el tema.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bazán, R. (1996). *Manual para el análisis químico de Suelos, Aguas, Plantas*. Lima-Perú, UNALM. Pág.15.
- D'Achille, B. (1994) *Kuntursuyo-El territorio del cóndor*. 2.^a ed. Lima- Perú, Ediciones Peisa.
- Gobierno Regional de Lima. (2005) Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales de Puerto Viejo. Lima- Perú.
- INRENA. (1995) Estudio de Factibilidad para la Derivación de las aguas del Río Mala a la Cuenca del Río Chilca. Lima - Perú, p. 7.
- Instituto de Educación Rural-Universidad de Chile. (2006). *La densidad de los Suelos*. Chile.
- Juscáfresa, B. (1995) *Guía de la Flora Medicinal*. pp. 435.
- Ministerio de Agricultura. (1981) *Estudio Básico de las cuencas de los ríos Chilca, Mala y Asia*. Lima - Perú.
- Ministerio de Agricultura. (1980) *Estudio Hidrogeológico del Valle de Mala*. Lima-Perú.
- ONERN. (1976) *Inventario y uso racional de los recursos naturales de la costa. Cuencas de los ríos Chilca, Mala y Asia*. Lima - Perú.
- Wettstein, R. (1944). *Tratado de la Botánica Sistemática*. Barcelona- España, Edit. Labor.
- Wust, W. (2003) *El Titicaca y la magia de los Andes del sur*. Vol. IV. Santuarios Naturales del Perú. 1.^a ed. Lima- Perú, Ediciones Peisa S.A.C.
- Wettstein, R. (1944) *Tratado de la Botánica Sistemática*. Barcelona- España, Edit. Labor.