

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE
CARBONO RELACIONADO CON LA
TOTORA “Schoenoplectus Californicus” DEL
ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL
ALBUFERA DE MEDIO MUNDO – VÉGUETA
2017**

PRESENTADO POR:

Ing. Jorge Victor Velasquez Escobedo

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

Mg. Edwin Guillermo Gálvez Torres

HUACHO - 2019

**CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO RELACIONADO
CON LA TOTORA “Schoenoplectus Californicus” DEL ÁREA DE
CONSERVACIÓN REGIONAL ALBUFERA DE MEDIO MUNDO –
VÉGUETA 2017**

Ing. Jorge Victor Velasquez Escobedo

TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: Mg. Edwin Guillermo Gálvez Torres

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL
HUACHO
2019**



DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación se lo dedico a mis padres, hermanos, esposa e hijo, a las personas que se involucraron para que pudiera realizar esta investigación en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, lugar que tiene todo mi cariño, al que dedique y aplique mis conocimientos adquiridos durante mis 3 años de experiencia laboral.

Jorge Victor Velasquez Escobedo

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal involucrado en la gestión y conservación del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, por confiar en mí, abrirme las puertas y apoyarme en la realización de todo el proceso investigativo.

Jorge Victor Velasquez Escobedo



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	8
2.2 Bases teóricas	9
2.2.1 CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	9
2.2.2 BIOMASA	10
2.2.3 CARBONO EN EL SUELO	12
2.2.4 CARBONO ALMACENADO	14
2.2.5 JUNCO “SCHOENOPLECTUS AMERICANUS”	19
2.2.6 TOTORA “SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS”	22
2.2.7 MÉTODO ICRAF	29
2.2.8 HUMEDALES	30
2.2.9 CAMBIO CLIMÁTICO	34
2.3 Bases filosóficas	37

2.4	Definición de términos básicos	38
2.5	Hipótesis de investigación	39
2.5.1	Hipótesis general	39
2.5.2	Hipótesis específicas	39
2.6	Operacionalización de las variables	40
CAPÍTULO III		41
METODOLOGÍA		41
3.1	Diseño metodológico	41
3.2	Población y muestra	42
3.2.1	Población	45
3.2.2	Muestra	46
3.3	Técnicas de recolección de datos	46
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	49
CAPÍTULO IV		58
RESULTADOS		58
4.1	Análisis de resultados	58
4.2	Contrastación de hipótesis	59
CAPÍTULO V		61
DISCUSIÓN		61
5.1	Discusión de resultados	61
CAPÍTULO VI		63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
6.1	Conclusiones	63
6.2	Recomendaciones	64
REFERENCIAS		67
7.1	Fuentes documentales	67
7.2	Fuentes bibliográficas	68
7.3	Fuentes hemerográficas	68
7.4	Fuentes electrónicas	68
ANEXOS		71

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

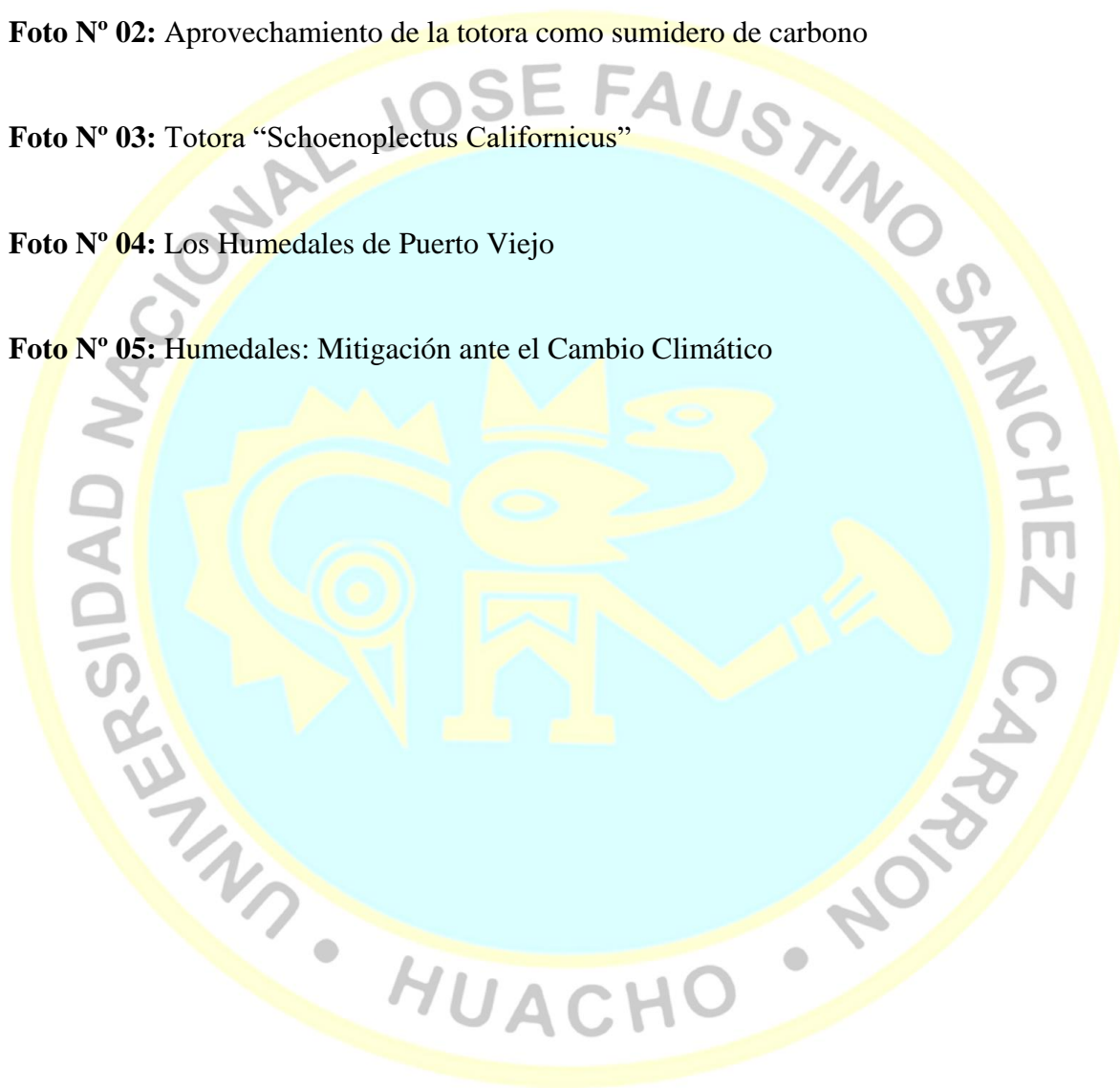
Foto N° 01: Incendio forestal suscitado en el ACRAMM

Foto N° 02: Aprovechamiento de la totora como sumidero de carbono

Foto N° 03: Titora “*Schoenoplectus Californicus*”

Foto N° 04: Los Humedales de Puerto Viejo

Foto N° 05: Humedales: Mitigación ante el Cambio Climático



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01: Tipos de vegetación identificados en el ACRAMM

Cuadro N° 02: Hábitat en el ACRAMM

Cuadro N° 03: Inventario Nacional de GEI 2012 - Sectores

Cuadro N° 04: Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 2012

Cuadro N° 05: Determinación de las muestras de totora de la parte aérea en toneladas de Carbono capturado por hectárea

Cuadro N° 06: Determinación de las muestras de totora de la parte raíz en toneladas de Carbono capturado por hectárea

Cuadro N° 07: Captura de carbono de la parte aérea en tC/ha por la especie de la totora

Cuadro N° 08: Captura de carbono de la parte raíz en tC/ha por la especie de la totora

Cuadro N° 09: Captura de carbono total en la especie estudiada de la totora

Cuadro N° 10: Servicio ambiental de captura de CO₂ de la especie de totora

Cuadro N° 11: Servicio ambiental de captura de CO₂ de la especie de la totora

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Mapa de ubicación del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo

Imagen N° 02: Área del cuerpo de agua y flora en el ACRAMM

Imagen N° 03: Biomasa

Imagen N° 04: Estimación del ciclo mundial del carbono

Imagen N° 05: Tallo y parte aérea de la totora

Imagen N° 06: Diagrama simplificado del efecto invernadero

Imagen N° 07: Cobertura Vegetal del ACR AMM

Imagen N° 08: Puntos de muestreo de la totora “*Schoenoplectus Californicus*”

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Volumen de carbono terrestre por ecosistemas

Gráfico N° 02: Inventario Nacional de GEI 2012 – Sectores

RESUMEN

La Albufera de Medio Mundo es considerado como uno de los humedales más importantes del país según la Estrategia Nacional de Humedales, y fue declarado como Zona de Reserva Turística mediante Resolución Suprema N° 237-83-ITI/TUR; forma parte del corredor biológico del pacífico sur como lugar de descanso de aves migratorias en su recorrido anual. Este maravilloso ecosistema constituye un lugar de dualidad entre lo cultural y natural, ya que alberga costumbres ancestrales como la extracción del recurso forestal y el arte de su tejido, el Gobierno Regional de Lima inició su conservación con el establecimiento del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo (ACR AMM), mediante Decreto Supremo N° 006-2007-AG.

En el Plan Maestro 2015 – 2019 del ACR AMM, se establece como uno de los objetivos específicos “Fortalecer las capacidades locales de desarrollo de planes de aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales”. Dentro de la flora de esta área contamos con la totora balsa “*Schoenoplectus californicus*” y se identifica como un problema pasivo la extracción desordenada de junco y totora y la quema de residuos vegetales luego de la extracción.

Así mismo, la captura de carbono no es tomado en cuenta debido a que no se conoce a ciencia cierta la cantidad estimada de carbono que la totora almacena en este ecosistema; por ende, no se puede determinar la cantidad de CO₂ que emite al ser incendiadas. Por el contrario, se realiza la investigación para conocer la importancia de la totora como sumidero de carbono; se puede potenciar alternativas amigables con el medio ambiente para su aprovechamiento y su ingreso a la cadena productiva con un valor y un mercado, como procesarla para la elaboración de algún mejorador orgánico (Compost o Humus), o su cosecha para su uso como forraje para el ganado de establos cercanos.

Palabras clave: Área de conservación regional, humedales, recurso forestal, totora balsa.

ABSTRACT

The Albufera de Medio Mundo is considered one of the most important wetlands in the country according to the National Wetland Strategy, and was declared a Tourist Reservation Zone by Supreme Resolution No. 237-83-ITI / TUR; knowing that it is part of the biological corridor of the south pacific as a resting place for migratory birds in its annual tour. This wonderful ecosystem is a place of duality between the cultural and natural, since it houses ancestral customs such as the extraction of the forest resource and the art of its weaving, the Regional Government of Lima began its conservation with the establishment of the Albufera Regional Conservation Area of Medio Mundo (ACR AMM), through Supreme Decree N ° 006-2007-AG.

In the Master Plan 2015 - 2019 of the ACR AMM, it is established as one of the specific objectives "Strengthen local capacities for the development of plans for the sustainable use of its natural resources". Within the flora of this area we have the totora raft "Schoenoplectus californicus" and it is identified as a passive problem the disorderly extraction of reed and totora and the burning of vegetal residues after the extraction.

Likewise, the capture of carbon is not taken into account because it is not known for sure the estimated amount of carbon that the totora stores; therefore, it is not possible to determine the amount of CO₂ that it emits when burned. On the contrary, the research is carried out to know the importance of the totora as a carbon sink can be promoted environmentally friendly alternatives for its use and its entry into the production chain with a value and a market, as processed for the elaboration of some organic improver (Compost or Humus), or its harvest for use as fodder for cattle from nearby stables.

Keywords: regional conservation area, wetlands, forest resource, totora balsa.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis consiste en la investigación sobre la Captura y Almacenamiento de Carbono relacionado con la totora “*Schoenoplectus californicus*” del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017. Donde se analizarán dos variables que son: la Captura y Almacenamiento de Carbono, y la totora “*Schoenoplectus californicus*”.

Sabiendo que, 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.

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.

Los humedales ocupan sólo entre el 4-6% de la superficie terrestre, ellos desempeñan un papel importante en el ciclo del carbono (C) del planeta. La captación del carbono en humedales se realiza, en su mayoría, a través de las plantas que fijan el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera y lo convierten a carbono orgánico. La saturación de agua en los suelos de humedales favorece la acumulación de carbono debido a que disminuye la velocidad de descomposición de la materia orgánica.

La importancia determinada para la realización de esta investigación, surge de la necesidad para obtener información que permita entender la dinámica de la captura del CO₂ y la importancia de los humedales.

La investigación de esta problemática social se realizó debido al interés que surge por parte de las personas involucradas a los recursos que proporciona un humedal y de los profesionales en formación, conocer más acerca de los humedales es de suma importancia.

En el marco de los problemas que pueda afrontar el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, tenemos que, el desconocimiento acerca de la captura y almacenamiento de carbono en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” representa una debilidad para la administración de esta área de conservación; por ello, esta investigación fue realizada mediante las siguientes técnicas de recolección de datos: método del transecto, metodología del Centro Internacional para la investigación de Agroforestería – ICRAF y Método de la determinación del Factor de Conversión de Carbono en el Laboratorio (método de Walkley y Black).

El diseño metodológico (investigación mixta: documental y campo – método ICRAF, de tipo descriptivo – correlacional – explicativo); la población finita es de 13.95 Ha de la totora balsa “*Schoenoplectus californicus*” del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo; la muestra son 4 puntos determinados por transectos de 1m x 1m.; las técnicas de procesamiento de la información son: determinación de las reservas de carbono (toma de muestra de la especie de la totora balsa en estudio del ACRAMM de la parte aérea y raíz) y la determinación del factor de conversión de carbono en el laboratorio de la especie de la totora balsa en estudio del ACRAMM (método Walkley y Black).

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Determinar la influencia de la captura y almacenamiento de Carbono en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- Establecer la influencia que tiene la biomasa en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- Determinar de qué manera incide el carbono en el suelo en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.

- Identificar la intervención del carbono almacenado en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

MUNDIAL:

La Totora es oriunda de casi toda América desde los Estados Unidos hasta Chile y Argentina, también se encuentra en las islas del Pacífico. Común en lagunas, humedales, entre otros; formando en ocasiones densas y extensas agrupaciones llamadas totorales.

Los espacios de crecimiento de la totora presentan dos realidades muy marcadas:

La primera, es que están siendo impactadas por la intervención del ser humano, vienen siendo deterioradas por la ampliación de la agricultura, los humedales en los cuales crecen están siendo drenados, entre otros. Al mismo tiempo, los procesos de urbanización afectan humedales cerca de las ciudades con la consecuente contaminación, destrucción del hábitat y la extracción o consumo desmedido de sus recursos.

La segunda realidad de la totora se presenta en muchos de los humedales costeros, ya que el principal recurso de extracción es el Junco, por lo que de manera indirecta los extractores dejan que la totora se propague sin control, llegando en muchos casos a crecer y expandirse de manera desmedida, desplazando a las otras especies vegetales y cerrando los espejos de agua de los humedales.

Los humedales cubren aproximadamente el 6% de la superficie de la Tierra según la estimación del Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Cumplen funciones muy importantes, como la fijación de carbono, representando un elemento de mitigación de los efectos del cambio climático planetario actual. Son especialmente vulnerables al cambio climático, por lo que requieren una atención especial y el desarrollo de una estrategia de adaptación, esta vulnerabilidad es aún mayor si se tienen en cuenta las peculiaridades, características físico-geográficas e importancia ecológica de gran parte de los humedales. Lamentablemente en muchos lugares no se brinda la protección necesaria, por lo que 64% de los humedales en todo el mundo se han perdido desde los años 1900, y tales pérdidas han sido mayores y más rápidas para el interior de los humedales naturales costeros.

NACIONAL:

La TOTORA es una planta que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas, y humedales de la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud.

Los ecosistemas conformados por los totorales se caracterizan por albergar una importante diversidad de vida silvestre, donde se aprecian aves residentes y migratorias, peces de agua dulce, numerosos anfibios como sapos y ranas, y gran cantidad de plantas acuáticas como el jacinto de agua, repollo de agua y el lirio flotante, entre otros.

Aunque no existen datos precisos al respecto, se estima que la TOTORA se encuentra en una situación incierta, debido a la sobreexplotación sin reposición de sus estoques, hecho que viene ocurriendo desde hace siglos en los que cada vez más existen humedales impactados en el Perú. Esto también se debe, entre otros factores, al crecimiento urbano desordenado que invade los humedales y al uso indiscriminado del agua y su contaminación.

Así también, aún hoy en día es poco estudiado la capacidad del servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono que esta especie realiza.

LOCAL:

El Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, fue establecida con esta categoría en el año 2007 mediante Decreto Supremo N°006-2007-AG, una extensión de 687,71 Ha, de las cuales 73,06 Ha están cubiertas por totorales. (Cuadro N° 01)

En este ecosistema, la totora no es aprovechada de manera regular ya que la cadena productiva del recurso forestal se desarrolla específicamente con el Junco; a pesar de ello, los impactos negativos la afecta de sobremanera, siendo la principal causa de su degradación los incendios forestales (Foto N° 01) generados por la actividad antrópica, en su afán de reducir el justificado avance de la totora (por la falta de extracción). Esto sin tener en cuenta que el Plan Maestro del ACRAMM, el cual tiene entre uno de sus objetivos el fortalecer las capacidades locales de desarrollo de planes de aprovechamiento sostenible de sus recursos naturales.

Así mismo, la importancia del servicio ecosistémico de captación y captura de carbono no es tomado en cuenta debido a que no se conoce a ciencia cierta la cantidad estimada de carbono que la totora almacenada; por ende, no se puede determinar la cantidad de CO₂ que emite al ser incendiadas. Por el contrario, sabiendo la importancia de la totora como sumidero de carbono (Foto N° 02) se puede potenciar alternativas amigables con el medio ambiente para su aprovechamiento y su ingreso a la cadena productiva con un valor y un mercado, como procesarla para la elaboración de algún mejorador orgánico (Compost o Humus), o su cosecha para su uso como forraje para el ganado de establos cercanos.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera influye la captura y almacenamiento de carbono en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Qué influencia tiene la biomasa en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017?
- ¿De qué manera incide el carbono en el suelo en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017?
- ¿Cómo interviene el carbono almacenado en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la influencia de la captura y almacenamiento de Carbono en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la influencia que tiene la biomasa en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- Determinar de qué manera incide el carbono en el suelo en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- Identificar la intervención del carbono almacenado en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.

1.4 Justificación de la investigación

El recurso forestal en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo han venido siendo intervenidas en forma insostenible a través de los años, y las actividades extractivas no han tenido la aplicación de los planes de manejo y el cumplimiento de los mismos, conllevando esto a las malas prácticas como la quema de los recursos.

El recurso forestal, aparte de ser su extracción una de las principales actividades económicas locales, brinda el servicio ecosistémico de captura y almacenamiento de carbono, el cual no está siendo tomado en cuenta al momento de incendiar la flora de este humedal.

La primera utilidad de esta investigación está en determinar la capacidad de captación de carbono de la totora “*Schoenoplectus californicus*” (Foto N° 03), y cuantificar este resultado, de manera que sirva para generar alternativas para su explotación sostenible y sin impactar al ecosistema. Por ello, es necesario cuantificar las toneladas de carbono que este recurso forestal almacena, siendo la totora la especie escogida para su estudio en esta investigación, la segunda de mayor importancia para este ecosistema ya que representa el 2.03 % de la totalidad de la extensión que posee el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo. (Cuadro N° 01)

1.5 Delimitaciones del estudio

Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo

Centro Poblado: Medio Mundo

Distrito: Végueta

Provincia: Huaura

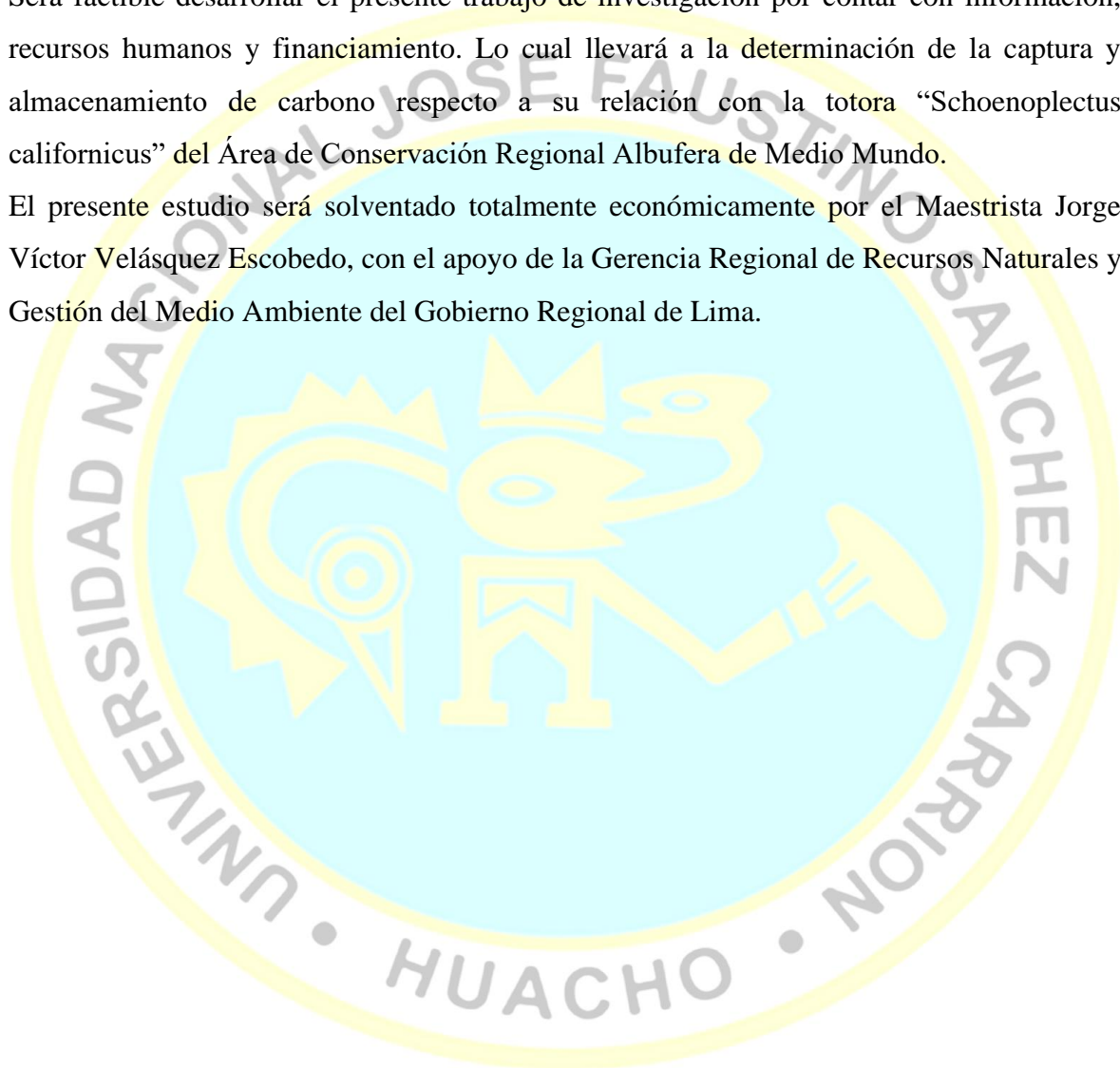
Región: Lima

Observar los anexos (Imagen N° 01 y 02)

1.6 Viabilidad del estudio

Será factible desarrollar el presente trabajo de investigación por contar con información, recursos humanos y financiamiento. Lo cual llevará a la determinación de la captura y almacenamiento de carbono respecto a su relación con la totora “*Schoenoplectus californicus*” del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

El presente estudio será solventado totalmente económicamente por el Maestría Jorge Víctor Velásquez Escobedo, con el apoyo de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Lima.



CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

- La primera tesis internacional titulada “Estudio de la Biomasa *Cistus Ladanifer L.* y *Retama Sphaerocarma L.* como sumidero de CO₂: Existencias y Potencialidad” realizada en España. Publicada en el año 2013. Elaborada por Rosa María García; de la Universidad de Extremadura, departamento de Biología General, Ecología y Ciencias de la Tierra. Apoyada por los directores Natividad Chaves Lobón y Juan Carlos Alías Gallego. El objetivo general de la investigación es evaluar el papel que pueden desempeñar las dos especies de matorrales más importantes en Extremadura por su distribución y abundancia (*Cistus Ladanifer L.* y *Retama Sphaerocarma L.*) en el contexto de la mitigación del Cambio Climático. Para obtener el porcentaje de carbono de una muestra de suelo es tarea fácil mediante los métodos analíticos apropiados. En general, basta con determinar el porcentaje de materia orgánica. En este estudio se utilizó el método por oxidación del dicromato (Nelson y Sommers, 1996). La conclusión de la investigación es la cantidad de carbono acumulado en los matorrales de *Cistus Ladanifer L.*, teniendo en cuenta todos los reservorios implicados en su cuantificación, es 3424.4 g/m², contribuyendo la biomasa con 898.95 g/m², la necromasa con 211.57 g/m² y el suelo con 2313.88 gr. de carbono/m² (5 cm. de grosor). En los sistemas *Retama Sphaerocarma L.* la cantidad de carbono acumulado es 2404.99 g/m², contribuyendo con 291.31 g/m² y el suelo con 2113.68 g/m². Con el tipo y diseño metodológico de la investigación es explicativo correlacional porque identifica las relaciones entre las variables de flora y el CO₂ como sumidero de Carbono.
- La segunda tesis internacional titulada “Relación de la Captura de Carbono en *Saccharum Officinarum* con otros Factores Ambientales para el cultivo de Caña Panelera” realizada en Bogotá. Publicado en el año 2010. Elaborada por Diana Carolina Sierra Cárdenas; de la Universidad Nacional de Colombia, de la Facultad de Ciencias

Económicas y Administrativas. Dirigida por Javier Darío Burgos Salcedo y Alfredo Hernández. El objetivo general de la investigación es determinar la relación existente entre la captura de carbono y otros factores ambientales para el cultivo de *Saccharum officinarum*. Se aplicó la técnica de investigación de muestreo estratificado al azar (primera etapa) y muestro aleatorio simple (segunda etapa). Se tuvo limitantes durante el proceso de investigación como: la ausencia de claridad acerca de si la propiedad intrínseca de cada propiedad está asociada al porcentaje de carbono orgánico que almacena su tejido vegetal, explica las variaciones en la captura de carbono por unidad de área, la escasez de datos para la variedad POJ, comparable con la variedad RD, el tamaño de la muestra para el análisis de suelos. La conclusión de la investigación es respecto a las relaciones de ciertos factores con la captura de carbono, tal cual como lo evidencian los resultados, no se puede adjudicar a un solo tipo de factor y/o de variable, las condiciones aptas o no aptas para que se dé una mayor o menor captura en una determinada zona, sino a un conjunto de los mismos. De esta forma, se resalta el papel de los factores de las variables climática y de manejo, así como el de los rendimientos de biomasa por unidad de área, pero no menos importante es la variable de calidad del suelo, en donde la relación directa de la captura de carbono no es tan evidente, pero al intervenir otros factores de manera indirecta, se configura un tema clave, que al parecer ha sido poco explorado por la literatura publicada para la especie en el contexto nacional, especialmente en lo que atañe a la microbiología del suelo. Se utilizó el diseño metodológico de la investigación es correlacional, ya que busca demostrar la relación entre el carbono por unidad de área por parte de la especie *Saccharum Officinarum*.

- La tercera tesis internacional titulada “Balance Neto de Carbono en Suelos de Humedales Costeros de Agua Dulce: Implicaciones Ecológicas y Sociales” realizada en Veracruz (México). Publicada en el año 2013. Elaborado por José Luis Marín Muñiz; en la Universidad Veracruzana, del Centro de Investigaciones Tropicales. Apoyada por los asesores María Elizabeth Hernández Alarcón, Evodia Silva Rivera y Ana Cecilia Travieso Bello. Se utilizó la técnica de investigación de muestreo. El objetivo general de la investigación es comparar el secuestro de carbono en el suelo de humedales costeros de agua dulce, con diferentes características geomorfológicas y comunidad de plantas en Veracruz, México. La conclusión de la investigación es encontrar que, de acuerdo a la comunidad de plantas, los suelos de las selvas inundables son más importantes

contribuidores al almacén de carbono que los suelos de los humedales herbáceos. De acuerdo a las características geomórficas de los humedales tropicales estudiados, el carbono secuestrado en las selvas inundables de agua dulce de los ecosistemas perilacustrinos y estuarinos, fueron más altos con el carbono secuestrado de las selvas inundables del ecosistema depresional, las diferencias encontradas fueron relacionadas con los árboles presentes en los sitios y las condiciones de inundación. Estos encuentros sugieren que la comunidad de plantas en humedales de agua dulce y la diferenciación entre humedales con distintas características geomórficas, necesitan ser considerados en los presupuestos globales de carbono e incluidos en los proyectos de restauración de humedales. Las altas tasas de secuestro de carbono obtenidas en este estudio evidencian la importancia del papel de los humedales estudiados como sumideros de carbono y revelan la necesidad de conservación de éstos ecosistemas, ya que son una importante alternativa para la regulación de la concentración de carbono en la atmósfera, la mitigación del calentamiento global. En el cual el tipo y diseño metodológico de la investigación es explicativo correlacional, ya que demuestra mediante aplicación de técnicas para determinación del potencial de secuestro de carbono de la flora, la capacidad de la misma.

2.1.2 Investigaciones nacionales

- La primera tesis nacional titulada “Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de Los Humedales de Puerto Viejo” realizada en el Distrito de San Antonio, Provincia de Cañete (Perú). Publicada en el año 2007. Elaborada por Diana Palomino Contreras; en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Apoyada por el asesor Carlos Francisco Cabrera Carranza. El objetivo general de la investigación es 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. La conclusión de la investigación es 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. Se trabajó con el tipo y diseño metodológico de la investigación es

explicativa correlacional, ya que el estudio busca identificar y cuantificar la cantidad de carbono captado por la flora en los Humedales de Puerto Viejo.

- La segunda tesis nacional titulada “Capacidad Captadora de Carbono y Producción de Proteínas de *Limnobium Laevigatum* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Heine (Hydrocharitaceae) Bajo Condiciones de Laboratorio” realizada en Lima. Publicada en el año 2016. Elaborado por Héctor Alonso Aponte Ubillús; en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela de Posgrado. Apoyada por la asesora Egma Mayta. El objetivo general de la investigación es evaluar la capacidad captadora de carbono y producción de proteínas de *Limnobium Laevigatum* bajo condiciones de laboratorio. La conclusión de la investigación es la productividad de *L. Laevigatum* bajo condiciones de laboratorio asciende a 0.19 g/cm² de biomasa fresca, que equivalen a 2.84 x10⁻³ g/cm² de proteínas y 3.89x10⁻³ g/cm² de carbono (cantidad de carbono que es captado del ambiente durante su crecimiento en laboratorio) lo que indica que esta especie tiene potencial para su uso forrajero y de captación de carbono. Se realizó con el tipo y diseño metodológico de la investigación es explicativa correlacional.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

Según Ortega et al (2010), la captura y almacenamiento de carbono (CAC) es el proceso consistente en la separación de dióxido de carbono de fuentes industriales y del sector de la energía, su transporte hasta un lugar de almacenamiento y su aislamiento respecto de la atmósfera durante largos períodos.

Se realizaron investigaciones sobre la cuantificación de la captura de CO₂ por la flora nativa de totora (*Schoenoplectus californicus*) en los Humedales de Villa María, sobre la costa del Pacífico del Perú. Delimitaron el área representativa ocupada por la especie para evitar zonas heterogéneas y realizaron muestreos aleatorios de 1 m² de la parte aérea y de la raíz para conocer la biomasa. El contenido de carbono en la estructura vegetal fue determinado por el método de “Walkley y Black” y la captura de dióxido de carbono la estimaron mediante el “factor de conversión de carbono a dióxidos de carbono”. Obteniendo un valor de contenido de dióxido de carbono capturado por totora (parte aérea + raíz) de 84.05 t CO₂/ha. Concluyendo que entre otros importantes servicios al medio

ambiente los humedales, actúan de modo crucial en la captación de CO₂ atmosférico ante el presente escenario del cambio climático. (Pérez et al., 2015)

De acuerdo con Solaun (2013), realizó un estudio en las costas españolas del mar mediterráneo donde evaluó principalmente el valor del Blue Carbon (carbono capturado por ecosistemas marino costero), analizando lo que se evitó emitir a la atmósfera, así como el que se acumuló en zonas de protección de la Posidonia oceánica frente a las prácticas de pesca de arrastre. Los resultados obtenidos ponen en manifiesto que cuando las praderas mediterráneas son destruidas, el CO₂ es liberado a la atmósfera, el cual puede ser más de 500 tCO₂/ha y la privación de la capacidad de secuestro por la muerte de estos organismos sería aproximadamente 4 tCO₂/ha/año. Los beneficios netos de la protección lo valoraron entre 1,700 y 10,400 t/ha/año, aunque esto va dependiendo del precio del carbono en los mercados.

Como expresa May et al. (2010), estimaron el personal de captura de carbono, evaluando el suelo del ecosistema del manglar de la Isla del Carmen, realizando seis muestreos considerando dos profundidades de suelo (30 y 60 cm.) y tres periodos climáticos (estación de “Nortes”, estación seca y estación lluviosa), obteniéndose como resultado que el almacenaje de carbono más alto son durante las estaciones de Nortes (influencia de frentes fríos que ocurre de noviembre a febrero) y secas (de 10.63 a 37.64 kgC/m²). El almacenaje de carbono fue más alto en suelos inundados con vegetación dominante de mangle rojo. Los contenidos de materia orgánica y de carbono orgánico fueron más altos a 30 cm. de profundidad. Concluyendo que el mangle rojo, tiene un buen potencial de captura de carbono.

2.2.2 BIOMASA

En el libro de “Centrales termoeléctricas de biomasa”, se define a la biomasa como la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente (Imagen N° 03). Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica.

En la actualidad, se acepta como definición de biomasa la siguiente: “Se considera biomasa a un grupo de productos energéticos y materia primas de tipo renovable que se originan a partir de materia orgánica, formada por vía biológica”.

Quedan pues fuera de este concepto los combustibles fósiles y las materias orgánicas derivadas de éstos (los plásticos y la mayoría de los productos sintéticos) ya que, aunque aquellos tuvieron un origen biológico, su formación tuvo lugar en tiempos remotos. La biomasa es una energía renovable de origen solar a través de la fotosíntesis de los vegetales.

a) Biomasa natural:

En el libro de “Centrales termoeléctricas de biomasa”, menciona que la biomasa natural es la que se produce en ecosistemas naturales. La explotación intensiva de este recurso no es compatible con la protección del medio ambiente, aunque sea una de las principales fuentes energéticas en los países subdesarrollados. La biomasa natural se produce sin la intervención del hombre para potenciarla o para modificarla. Se trata fundamentalmente de residuos forestales:

- Derivados de limpieza de bosques y de restos de plantaciones.
- Leñas y ramas.
- Coníferas.
- Frondosas.

b) Biomasa residual:

En el libro de “Centrales termoeléctricas de biomasa”, nos dice que la biomasa residual es la que generada en las actividades humanas que utilizan materia orgánica. Su eliminación en muchos casos supone un problema. Este tipo de biomasa tiene asociadas unas ventajas en su utilización:

- Reduce la contaminación y riesgos de incendios.
- Reduce el espacio en vertederos.
- Los costes de producción pueden ser bajos.
- Los costes de transporte pueden ser bajos.
- Evita emisiones de CO₂.
- Genera puestos de trabajo.
- Contribuye al desarrollo rural.

La biomasa residual se divide a su vez en una serie de categorías que se estudian a continuación:

- Excedentes agrícolas:

Los excedentes agrícolas que no sean empleados en la alimentación humana pueden ser considerados utilizados biomasa con fines energéticos. Este uso de productos agrícolas utilizados en la cadena de alimentación humana ha provocado una mala fama injustificada del uso de la biomasa con fines energéticos, al haberse acusado a este uso de una subida del coste de determinados productos agrícolas que son la base de la alimentación en muchos países del tercer mundo y en vías de desarrollo. Estos excedentes agrícolas pueden ser utilizados tanto como combustible en plantas de generación eléctrica como transformados en biocombustibles.

- Cultivos energéticos:

Los cultivos energéticos son cultivos específicos dedicados exclusivamente a la producción de energía. A diferencia de los agrícolas tradicionales, tienen como características principales su gran productividad de biomasa y su elevada rusticidad, expresada en características tales como resistencia a la sequía, a las enfermedades, vigor, precocidad de crecimiento, capacidad de rebrote y adaptación a terrenos marginales. Entre los cultivos energéticos se pueden incluir cultivos tradicionales (cereales, caña de azúcar, semillas oleaginosas) y otros no convencionales (cynara, patata, sorgo dulce) que están siendo objeto de numerosos estudios para determinar sus necesidades de cultivo.

2.2.3 CARBONO EN EL SUELO

a) Sumideros de CO₂:

Como señala Uriarte (2007), se considera sumidero a todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Es así, que se usa este término para los bosques en su papel en la captura del CO₂ de la atmósfera y la consiguiente reducción del efecto invernadero (Carvajal et al., 2010). Así mismo, un sumidero de CO₂ es aquella zona terrestre en donde al aire se le escapa el CO₂. El aire lo pierde, y es allí donde la absorción fotosintética de las hojas, es mayor que la emisión de CO₂ que resulta de la respiración y la descomposición de éstas.

Palomino (2007), investigó que la vegetación, a través de la fotosíntesis, transforma energía solar en química absorbiendo CO₂ del aire para fijarlo en forma de biomasa, y libera a la atmósfera oxígeno molecular (O₂). Los bosques, en particular, juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono (C) ya que: Almacenan grandes

cantidades de carbono en su biomasa (tronco, ramas, corteza, hojas y raíces) en el suelo (mediante su aporte orgánico) intercambian carbono en la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración. Son fuentes de emisión de carbono cuando son perturbados por causas naturales. Son sumideros donde son almacenados cuando son abandonadas las tierras perturbadas, que se recuperan mediante la regeneración natural.

Según Arango (2012), los sumideros pueden ser:

- ✓ Naturales: Los árboles, el plancton oceánico y las turberas, son los principales sumideros naturales del planeta, esenciales para el ciclo de carbono. Por otro lado, ocurre que los árboles muertos, “juncos” y plantas de los pantanos se descomponen lentamente y de manera imperfecta, en condiciones anaeróbicas, bajo la superficie de los pantanos, produciendo turba. El mecanismo es lo suficientemente lento para que el pantano crezca rápido para fijar más carbono atmosférico que el que se libera por la descomposición. Así mismo, las plantaciones jóvenes capturan más carbono que los bosques primarios y/o maduros que ya han alcanzado su estado clímax y cuya capacidad de conversión de carbono atmosférico a biomasa está en equilibrio. Los bosques primarios son grandes almacenes de carbono, mas no sumideros, ya que no hay flujo de carbono hacia la atmósfera y viceversa; lo contrario ocurre con los bosques secundarios, en los que existe un flujo de carbono más dinámico, por encontrarse en crecimiento (MINAM, 2010).
- ✓ Artificiales: para la fijación artificial del carbono (es decir, sin utilizar el ciclo natural del carbono), primero debe ser capturado y luego almacenado por diferentes medios (Arango, 2012). La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) (CAC) es otra de las opciones de medidas de mitigación para la estabilización de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, el cual, es un proceso consistente en la separación del CO₂ emitido por la industria y fuentes relacionadas con la energía, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo (IPCC, 2005).

b) Estimación de stock de carbono:

En la estimación del carbono acumulado en los distintos ecosistemas, se utilizan los inventarios de carbono, que contabilizan el carbono fijado al momento de las mediciones. Es importante que estos sean confiables, es decir, se basen en principios y

procedimientos aceptados de inventario, muestreos y ciencias del suelo (Schlegel, Gayoso & Guerra, 2001). Las unidades de medida utilizadas en los stocks de carbono, se expresan en términos de peso de carbono por unidad de área y los valores de los flujos siempre incluyen la variable tiempo (MgC/ha/año) (Honorio & Baker, 2010).

Según MINAM (2009a), existen diferentes metodologías a nivel internacional y nacional para la cuantificación de carbono y CO₂, ya sea en sistemas agroforestales, cultivos, bosques, sotobosque, suelos, etc. Algunas metodologías principales internacionales, es la del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), para proyectos de reforestación y forestación, y el TÜV SÜD Industrie para el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones derivados de la deforestación en países en desarrollo (REDD). Estas dos metodologías hacen referencia de qué forma cuantificar el stock de carbono para la línea base de proyectos. Además, las metodologías desarrolladas por instituciones internacionales para el inventario de carbono, siguen los principios de un inventario forestal, determinación de fuentes y cálculo del carbono en las fuentes (MINAM, 2009a).

Medrano (2012), evaluó la cantidad de carbono que almacenan las especies predominantes de la flora del lago Chinchaycocha, usando la metodología básica, de corte transversal y con un nivel exploratorio comparativo, realizó el muestreo en tres ecosistemas dentro del humedal (bofedal, pajonal y totoral), obteniendo como resultado en el totoral 39.35 tC/ha, en el pajonal 15.42 tC/ha y bofedal 5.33 tC/ha. Concluyendo que en el lago Chinchaycocha, el ecosistema que brinda mayor almacenamiento de carbono es el totoral, seguido por el pajonal y en menor proporción el bofedal.

2.2.4 CARBONO ALMACENADO

El carbono se acumula en los ecosistemas forestales mediante la absorción de CO₂ atmosférico y su asimilación en la biomasa. El carbono se almacena tanto en la biomasa viva (la madera en pie, las ramas, el follaje y las raíces) como en la biomasa muerta (la hojarasca, los restos de madera, la materia orgánica del suelo y los productos forestales). Cualquier actividad que afecte al volumen de la biomasa en la vegetación y el suelo tiene capacidad para retener o liberar carbono de la atmósfera o hacia la atmósfera. En conjunto,

los bosques contienen más de la mitad del carbono presente en la vegetación terrestre y en el suelo, estimándose su cuantía en 1 200 Gt (FAO, 2001) (Gráfico N° 01)

a) Ciclo del Carbono:

El ciclo del carbono es un ciclo biogeoquímico, por el cual el carbono se intercambia entre la biosfera, la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera de la Tierra (Pérez et al., 2015). Por ende, el carbono circula a través de los océanos, de la atmósfera, de la superficie y el interior terrestre, en un gran ciclo biogeoquímico. El ciclo del carbono está constituido por cuatro reservorios principales de carbono interconectados por rutas de intercambio. Los reservorios son la atmósfera, los océanos (que incluyen el carbono inorgánico disuelto, los organismos marítimos y la materia no viva), los sedimentos (que incluyen los combustibles fósiles), la biosfera terrestre (que, por lo general, incluye sistemas de agua dulce y material orgánico no vivo, como el carbono del suelo). Los movimientos anuales de carbono entre reservorios ocurren debido a varios procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos (Raisman & Gonzales, 2007).

El dióxido de carbono (CO_2), también conocido como bióxido de carbono y anhídrido carbónico, es uno de los gases responsable del efecto invernadero, un proceso natural que permite que la temperatura de la tierra se mantenga, sin embargo, el exceso de CO_2 , ocasiona una intensificación del efecto invernadero. (Alcatara & Padilla, 2005). En la actualidad, el exceso de CO_2 modifica en balance final del ciclo de carbono, influyendo directamente sobre las condiciones climáticas (Carbajal, 2010).

El ciclo básico comienza cuando las plantas, toman el dióxido de carbono de la atmósfera, el cual, es absorbido y convertido en azúcar, por el proceso de fotosíntesis (Raisman & Gonzales, 2007). Los animales comen plantas y al descomponer los azúcares dejan salir el carbono a la atmósfera, a los océanos o el suelo. Las bacterias y hongos descomponen las plantas muertas y la materia animal, devolviendo carbono al medio ambiente. El carbono también se intercambia entre los océanos y la atmósfera. Esto sucede en ambos sentidos en la interacción entre el aire y el agua.

En el libro “Situación de los bosques del mundo” (FAO), nos mencionan que los ecosistemas terrestres inciden de forma notable en el ciclo mundial del carbono. (Imagen N° 04) Se estima en 125 000 millones de toneladas la cantidad de carbono que

se intercambia anualmente entre la vegetación, los suelos y la atmósfera, cantidad que equivale a los dos quintos del intercambio total de carbono entre la tierra y la atmósfera.

b) Clasificación del Carbono:

El carbono se puede representar por colores como se indica a continuación:

✓ Carbono marrón:

Es el carbono emitido por las actividades antropogénicas, de combustión completa por la quema de combustibles como el petróleo y carbón, emitiéndose a la atmósfera gases como el dióxido de carbono y metano (Solaun et al., 2013).

✓ Carbono negro:

Es el carbono de los procesos de combustión ineficiente, que tienen de origen en las actividades industriales, como por ejemplo el hollín y el polvo atmosférico (Solaun et al., 2013).

✓ Carbono verde:

El carbono verde es el que está libre en la atmósfera almacenándose en la biomasa de plantas y suelos de ecosistemas forestales, los pastizales y cultivos, o en ecosistemas naturales como selvas tropicales, bosques y praderas. Estos ecosistemas actúan como sumideros de carbono, mediante el mecanismo de la fotosíntesis, como parte del ciclo del carbono (Solaun et al., 2013).

✓ Carbono azul:

Es el carbono almacenado por ecosistemas marinos y costeros que pueden ser como el fitoplancton, macro algas fotosintéticas, bacteria, fanerógamas, arrecifes de coral, marismas de marea, praderas oceánicas, bosques de manglar, y otros humedales, estos almacenan por más tiempo el carbono y una mayor cantidad (Solaun et al., 2013).

c) Estrategias relacionadas al carbono:

- Absorción de carbono:

La tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, sobre “Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de Los Humedales de Puerto Viejo”, menciona que “el potencial de absorción de carbono mediante actividades de forestación/reforestación depende de la especie, el lugar y el sistema de ordenación y, por consiguiente, es muy variable. Los índices normales de absorción, expresados en toneladas de carbono (tC) por hectárea y año, son de 0,8 a 2,4 tC en los bosques

boreales, de 0,7 a 7,5 tC en las zonas templadas y de 3,2 a 10 tC en los trópicos (Brown et al., 1996). El potencial de absorción de las actividades agroforestales es todavía más variable, y depende de la densidad de plantación y de los objetivos de producción del sistema”.

Partiendo de una disponibilidad de tierra de 345 millones de ha para las actividades agroforestales y de forestación/reforestación a escala mundial, Brown et al. (1996) estiman que a lo largo de los próximos 50 años se podrían absorber unas 38 Gt de carbono (30,6 Gt gracias a las actividades de forestación/reforestación y 7 Gt mediante la intensificación de las prácticas agroforestales). Los estudios realizados en las regiones tropicales indican que sería posible absorber un volumen adicional de carbono, que se cifra en 11,5 a 28,7 Gt de carbono mediante la regeneración de unos 217 millones de ha de tierras degradadas. (FAO, 2001)

- Conservación del carbono:

En la tesis de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, sobre “Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de Los Humedales de Puerto Viejo”, nos explica que radica en impedir o reducir la emisión de carbono existente en los sumideros actuales. Si bien el medio eficaz para reducir las concentraciones atmosféricas de CO₂ es la reducción de emisiones a partir de la combustión de productos fósiles, en relación con el uso de la tierra y la silvicultura, la conservación de los niveles actuales de carbono de los bosques ofrece desde el punto de vista técnico las mayores posibilidades para una atenuación rápida del cambio climático. El potencial de conservación de carbono, si se frenara por completo el fenómeno de la deforestación se podría conservar de 1,2 a 2,2 Gt de carbono anuales. Los incendios provocan la liberación de grandes cantidades de carbono de los bosques cada año. Las condiciones meteorológicas derivadas del cambio climático, como la intensificación de fenómeno del niño, aumentan el riesgo de incendios. Las prácticas de control de los incendios pueden favorecer la conservación de las existencias de carbono en los bosques. Por ello las medidas de prevención y lucha contra los incendios deben ir acompañados de cambios en la política de uso de la tierra y de medidas dirigidas a afrontar las necesidades de la población rural.

- Sustitución del carbono:

FAO (2001), encontraron que los biocombustibles suponen el 14 por ciento del suministro mundial de energía primaria. En los países en desarrollo, representan un tercio del suministro total de energía. Si se sustituyera el biocombustible que se utiliza actualmente por energía derivada de combustibles fósiles, se liberarían a la atmósfera 1,1 Gt de carbono por año adicionales. A diferencia de lo que ocurre en el caso de la quema de combustibles sólidos, el uso de biocombustibles producidos de forma sostenible no comporta una emisión neta de CO₂ a la atmósfera, puesto que el CO₂ liberado en la quema de biocombustibles es absorbido por la biomasa en regeneración. La sustitución de combustibles sólidos por biocombustibles sostenibles supondrá, en consecuencia, una reducción de la emisión de CO₂ directamente proporcional al volumen de combustibles fósiles sustituidos. Las predicciones sobre la función de los biocombustibles en el futuro para atender las necesidades de energía oscilan entre 59-145 x 10¹⁸J en 2025 y 94-280 x 10¹⁸J en 2050. La utilización de este tipo de combustible dependerá en gran medida del desarrollo de tecnologías que permitan utilizarlos de forma eficiente, por ejemplo, la gasificación de productos de madera.

El establecimiento de nuevas plantaciones de biocombustible también tendrá un efecto positivo de retención de carbono a largo plazo si sustituyen un uso de la tierra con una tasa menor de retención. Aunque la densidad media de carbono a largo plazo de un bosque explotado para la obtención de biocombustibles (particularmente para un sistema de monte bajo de turno corto) será menor que la de un bosque sin explotar o una plantación de turno largo, lo cierto es que almacena más carbono que la mayor parte de las tierras destinadas a usos no forestales. A la inversa, si se sustituyen los bosques naturales por monte bajo de turno corto para la producción de biocombustibles, se perderá el efecto beneficioso de la sustitución de los combustibles sólidos debido a las emisiones resultantes de la transformación del bosque.

La sustitución de materiales que producen la emisión de un gran volumen de dióxido de carbono (durante la elaboración, caso del cemento, o por el elevado consumo de energía, como el acero) por productos de madera podría comportar también una importante reducción neta de la emisión de CO₂.

2.2.5 JUNCO “SCHOENOPLECTUS AMERICANUS”

a) Definición:

En el estudio realizado por Aponte (2009) nos resume la definición de *Schoenoplectus Americanus*, conocido comúnmente como “junco”, una planta frecuente en los humedales de la costa central del Perú, perteneciente a la familia Cyperaceae. En los últimos años, diversos trabajos de investigación acerca de la biología, distribución, fisiología y conservación de esta especie han sido realizados. *Schoenoplectus americanus* es una especie perenne. Posee un rizoma con o sin escamas, del cual se desprenden múltiples tallos verdes. Los tallos pueden llegar hasta 1.5 m., son erectos, cespitosos, lisos, agudamente trígonos. Posee vainas foliares inferiores, sin lámina, con un limbo de hasta 2 cm., oblicuo, libre; las vainas foliares superiores pueden poseer o no una lámina de 13 hasta 20 cm., lisa, septado nodulosa. La inflorescencia corresponde a un agregado pseudo-lateral que posee múltiples espiguillas sésiles. Las diferencias más notorias entre *Scirpus* y *Schoenoplectus* es la presencia de hojas verdaderas en *Scirpus*, mientras que *Schoenoplectus* presenta hojas vestigiales. Aún en la actualidad algunos trabajos citan *Scirpus americanus* como nombre científico, siendo sin embargo un sinónimo de la nueva combinación. (Aponte, 2009, p 40)

El “junco” es una planta herbácea de la familia Juncaceae, con ramas aéreas provistas y una médula esponjosa, flores hermafroditas, cápsulas como fruto y tallos flexibles (Castilla, 2012). La planta alcanza una altura máxima de 5m, pero en América tiene una altura máxima de 2m y florece entre los meses de abril a julio; el “junco” necesita bastante humedad para reproducirse, debido a que cada 20 días los tallos producen una vaina apta para transformarse en materia prima (Centro Cultural Hibuera, 1999, citado por Castilla, 2012).

b) Hábitat:

Teniendo en cuenta que según Aponte (2009), respecto a la distribución y características del hábitat, el junco posee una distribución cosmopolita, estando presente en zonas templadas y cálidas de América, Eurasia, Australia, Tasmania y Nueva Zelanda; encontrándose en áreas abiertas permanentemente húmedas o frecuentemente inundadas,

pantanos salobres cerca del nivel del mar o sitios densos alrededor de manantiales termales.

En la investigación de Aponte (2009) El departamento de Lima es el departamento donde se registra la mayor cantidad de colectas, probablemente por ser la localidad donde los humedales han sido estudiados con más constancia. Cajamarca es el único departamento de la sierra donde ha sido registrada esta especie. Esta especie ha mostrado ser muy adaptable a los hábitats de los humedales costeros, encontrándose en espejos de agua, totorales, zonas arbustivas y gramadales, además de formar grandes comunidades denominadas vegas de ciperáceas. Asimismo, esta especie ha mostrado tener una gran capacidad para resistir los cambios de estrés salino sobre otras especies características de humedales como *Eleocharis Pallustris* y *Sagitaria Lancifolia*, así como para habitar en múltiples zonas disturbadas como bordes de ríos y acequias.

c) **Reproducción:**

Por su parte, Aponte (2009), señala que respecto al tema de la reproducción, crecimiento y fecundidad; el junco posee dos tipos de reproducción: a) clonal, por medio de la propagación por rizomas que generan nuevos rametos, y b) sexual por medio de flores. La reproducción sexual produce aquenios, que al germinar formarán plantas (genetos) con múltiples clones (rametos) unidos dentro del rizoma. En la base de los rametos aparecen las yemas caulinares que generan múltiples tallos. Las yemas caulinares promueven el crecimiento de los tallos en el rameto. La muerte de la yema caulinar permite el surgimiento de nuevos rametos, lo que a su vez permite la expansión clonal. Una vez llegada la época de floración el crecimiento de los tallos se detiene, hecho que ha sido documentado por medio de observaciones y evaluaciones de las poblaciones en campo. La fecundación produce frutos secos de tipo aquenio, los cuales al madurar se transforman en semillas. Analizaron la fecundidad de esta especie a partir de un estudio cuantitativo de la producción de semillas en seis poblaciones de la Costa Central: Humedales de Puerto Viejo (Chilca) (Foto N° 04), Pantanos de Villa (Lima), Humedales de Ventanilla (Callao), Humedales de Santa Rosa (Chancay), Humedal el Paraíso (Huacho) y Humedales de Medio Mundo (Végueta). Esta especie presentó un promedio de 5.32 semillas por tallo, así como 3.16 frutos (semillas inmaduras) por tallo, haciendo un total de 8.48 semillas y frutos por tallo (considerado como un parámetro de fecundidad absoluta). Una de las poblaciones que presenta mayor número de semillas

por tallo es la población de los Humedales de Ventanilla, la cual presenta como promedio 18.64 semillas por tallos, al igual que 5.95 frutos por tallos, haciendo un total de 24.59 semillas y frutos por tallo. Poco se conoce acerca de las propiedades de estas semillas (por ejemplo, la viabilidad y germinación) y del rol que cumplen en el crecimiento poblacional de la especie.

d) Aprovechamiento:

Según las investigaciones realizadas por Aponte (2009), acerca de la utilización del junco y sus amenazas, *Schoenoplectus Americanus* se encuentra nombrada en el Catálogo Mundial de Plantas de Importancia Económica elaborado por Wiersema y León, nos indican que esta planta viene siendo utilizada desde tiempos precolombinos y su tradición persiste hasta ahora, siendo aprovechada por los pobladores que viven en zonas aledañas a Humedales de la Costa Central del Perú como materia prima para fabricar cestos artesanales y otros productos utilizando la fibra de esta especie. La cosecha del junco se realiza durante todo el año, tratando de evitar los meses de verano para la extracción, ya que durante estos meses la probabilidad del aumento de plagas en el cultivo aumenta. De acuerdo a la localidad, la cosecha sigue un ritmo de siete y diez meses (para Medio Mundo y Paraíso, respectivamente). El junco es jalado desde los tallos dejando los rizomas en el sustrato. La parcela seleccionada (generalmente de 1 hectárea) es utilizada por completo. Por metro cuadrado explotado se logra obtener un aproximado de 10.6 kg de junco como peso fresco. Posteriormente, el producto pasa por un proceso de nivelación (en el cual todos los tallos son igualados en tamaño por medio de cortes), perdiendo biomasa. El rendimiento del junco nivelado es aproximadamente de 8.2 kg de junco nivelado por metro cuadrado de junco fresco. Finalmente, las plantas son tendidas al sol para el secado. Este proceso es de tiempo variable, ya que depende por completo de las condiciones climáticas. El rendimiento del junco seco es aproximadamente de 1.5 kg de junco seco por metro cuadrado. Una vez secos, los tallos del junco son atados y almacenados para la venta. Los desechos producto del proceso de extracción son dejados en la parcela, lo que ocasiona la presencia de múltiples plagas. Una de ellas es un hongo conocido como “Roya”. Este hongo ataca los tallos del junco pudiendo provocar hasta una pérdida del 80% del producto final. Este hongo puede atacar al junco durante el periodo de almacenamiento o cuando el junco se empieza a secar por senescencia. La extracción de *Schoenoplectus Californicus* o *Typha dominguensis*, en las que es necesario el uso de una hoz.

El “junco” de los humedales de la Costa Central del Perú, es usado por las poblaciones aledañas como materia prima para fabricar cestos artesanales y otros productos utilizando la fibra de esta especie (Linares et al., 2008). El proceso de extracción del “junco” en los humedales de Paraíso (Huacho) y Medio Mundo (Végüeta) se realizan durante todo el año, tratando de evitar los meses de verano para la extracción, ya que durante estos meses la probabilidad del aumento de plagas en el cultivo aumenta (Aponte, 2009). De acuerdo a la localidad, la cosecha sigue un ritmo de siete a diez meses (para Medio Mundo y Paraíso, respectivamente).

2.2.6 TOTORA “SCHOENOPLECTUS CALIFORNICUS”

Familia: Cyperaceae

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

Nombre vulgar: “Totora”

a) Definición:

Esta planta forma mantas densas que se encuentran sumergidas en el agua en su parte inferior. De los rizomas parten de sus tallos no ramificados, de sección triangulares muy consistentes. Las hojas son acintadas y de color verde brillante. Las flores son diminutas y están agrupadas en inflorescencias más o menos esféricas y muy compactas.

Las hojas son lineales y muchas veces esponjosas. Poseen inflorescencias determinadas, terminales, altamente modificadas con numerosas flores pequeñas densamente agrupadas, las inflorescencias como resultado tienen aspecto de espigas elongadas o aglomeraciones globosas, las flores masculinas posicionadas arriba de las femeninas. Son polinizadas por el viento.

El nombre científico de la totora que encontramos en Chile y en gran parte del Perú es *Typha Angustifolia*. Otros tipos de totora muy similares por sus cualidades y características, difundidas en diversas regiones de América son la *Schoenoplectus Californicus* y la *Scirpus Californicus*.

En realidad, si bien a nivel práctico y cultural no se hacen mayores diferencias entre ellas, se pueden distinguir algunas variedades de totora en las que se aprecian pequeñas diferencias en sus aspectos externos y en la estructura y forma de sus tallos y hojas.

La totora es una hierba perenne, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trígono, acostillado, 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 pseudolateral de espiguillas; tiene una bráctea erecta, que semeja una continuación del tallo. Las espiguillas son hermafroditas, abundantes, sésiles, ovoides u oblongas. Presenta glumas espiraladas, ovadas, redondas en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral obsoleta; la raquilla es persistente.

Las flores son hermafroditas; el perianto tiene entre 2, 7 o 6 escamas. Los estambres son tres, y los estilos dos. Los frutos son aquenios lenticulares, biconvexos o aplanado convexo, lisos o transversalmente rugosos (Simbaña, 2001).

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. (Palomino, 2007)

b) Características morfológicas y composición química:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoligiola
- Orden: Cyperales
- Familia: Ciperácea
- Género: Schoenoplectus
- Especie: Schoenoplectus californicus
- Nombre común: Totora
- Altura de planta: 3,20 a 4,20 m.
- Espesor: 0,5 a 5,0 cm de diámetro
- Densidad: 280 tallos aéreos /m²

- Composición química: Hemicelulosa de 30.71%
X-celulosa de 66.79%
Lignina de 27.8 %

c) Distribución y hábitat:

La TOTORA es una planta que crece, tanto de manera silvestre como cultivada, en lagunas, zonas pantanosas, huachiques y balsares de la costa y sierra del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4,000 m de altitud.

Los ecosistemas conformados por los totorales se caracterizan por albergar una importante diversidad de vida silvestre, donde se aprecian aves residentes y migratorias, peces de agua dulce, numerosos anfibios como sapos y ranas, y gran cantidad de plantas acuáticas como el jacinto de agua, repollo de agua y el lirio flotante, entre otros.

Aunque no existen datos precisos al respecto, se estima que la TOTORA se encuentra en una situación incierta, debido a la sobreexplotación sin reposición de sus estoques, hecho que viene ocurriendo desde hace siglos en los cada vez más impactados humedales del Perú. Esto también se debe, entre otros factores, al crecimiento urbano desordenado que invade los humedales y al uso indiscriminado del agua y su contaminación.

En el Plan Maestro 2015-2019 del ACRAMM elaborado por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Lima, nos informa que el hábitat en esta área de conservación corresponde a características climáticas, geográficas e hidrológicas, y su tamaño, estado y composición depende principalmente del componente hidrológico (cantidad, calidad y flujo); se ha caracterizado por tener 5 hábitat como se muestra en el cuadro N° 02.

d) Descripción botánica:

Aponte y Cano (2013), estudiaron la composición florística de la flora que albergan seis humedales de la costa del departamento de Lima (los Humedales de Puerto Viejo, los Pantanos de Villa, los Humedales de Ventanilla, los Humedales de Santa Rosa, la Laguna El Paraíso y las Albuferas de Medio Mundo); reportando un total de 123 especies, especies como la “totora” (*Schoenoplectus Californicus*), “junco” (*Scirpus Americanus*), la “grama salada” (*Paspalum Vaginatatum*) y “Salicornia” *Salicornia Neei* (*Salicornia fruticosa*) en los seis humedales. Concluyen, que sus resultados demuestran

la importancia de estos humedales como foco de diversidad florística y de recursos naturales en el desierto de Lima.

Planta lacustre, de largas hojas lanceoladas, ligeramente triangulares y de tallo que alcanza entre 2 y 3 metros de alto. Sus flores crecen apiñadas en torno a un eje, a manera de cigarros de coloración habano y desmenuzadas dan un plumón o pelusa utilizable en colchonería. Crece en abundancia en los lugares inundados de la costa y también en los lagos de la sierra.

e) **Desarrollo:**

La totora crece espontáneamente en los humedales, esto es, en áreas cubiertas de abundante agua dulce, que pueden ser zonas fangosas que circundan lagunas y lagos, pantanos de régimen natural o artificial, o terrenos que se inundan por corrientes provenientes de ríos o canales, o anegadas por el emerger de aguas subterráneas durante las estaciones de lluvia.

Las totoras son plantas fanerógamas, de hojas perennes, que tienen un ciclo anual de crecimiento y maduración, aunque dependiendo del clima y de las condiciones de los humedales pueden efectuarse dos o más cosechas o cortes al año.

Sus raíces forman penachos delgados que dan anclaje a la planta en el sustrato de fango. De la raíz se despliega el rizoma, constituido por un cilindro vertical con muchos haces semi-leñosos que se extienden horizontalmente bajo el agua y que rebrotan cada cierta distancia. De allí brotan las yemas que posteriormente se convierten en tallos.

Los rizomas contienen gran cantidad de sustancias de reserva, que permiten a las plantas de totora mantenerse en estado de latencia durante los períodos de sequía. Cuando vuelven los períodos de humedad, rebrotan inmediatamente las yemas.

Los rizomas y las yemas se encuentran protegidos por unas hojas modificadas de color marrón claro amarillo, a manera de escamas (catáfilas). Los rizomas contienen gran cantidad de yodo, por lo que sirven de alimento y tienen importante valor medicinal.

Los tallos y las hojas de la totora son erectos y lisos, trígono o aplanados, muy largos, y crecen verticalmente, por encima del agua, con vainas que ocasionalmente desarrollan láminas. Están compuestos de un tejido vegetal que permite mantener en su interior abundante agua y aire, en proporciones estables durante largos períodos de tiempo, de modo que puedan mantenerse erectas. Son de un color verde intenso, por la clorofila que contienen.

Su inflorescencia, del tipo Umbella, tiene forma de cilindro, y es un agregado de espiguillas, tieso, erecto, plumoso, que parece la continuación del tallo. Cuando madura, la flor forma las semillas, que por acción del viento se reparten sobre las aguas dando lugar a una regeneración natural. Según la clasificación de los recursos genéticos vegetales, la totora es considerada una especie silvestre, ya que habitualmente no es cultivada artificialmente.

En los humedales, esta planta se multiplica y despliega en extensos totorales, alcanzando una densidad de 300 y hasta 400 plantas por metro cuadrado. Los humedales son áreas de transición entre zonas terrestres y acuáticas, de modo que poseen características de ambas, en una mezcla que les determina condiciones y cualidades que los constituyen como ecosistemas muy especiales.

La presencia de abundante agua hace que los suelos adquieran cualidades que permiten que se adapten en ellos numerosas especies y variedades de una fauna y una flora peculiares, que no se encuentran en otros lugares.

Además, los flujos de agua de los humedales presentan habitualmente una gran variación según las estaciones del año, lo cual contribuye a enriquecer la diversidad biológica y la multiplicidad de los usos que el hombre puede dar a estas áreas.

Así, en asociación con otras plantas acuáticas sumergidas, y conviviendo con una variada fauna de aves, peces y pequeños mamíferos, los totorales dan lugar a un medio ecológico de enorme importancia, que desde los tiempos antiguos ha favorecido el asentamiento de la población humana, proporcionándole los medios básicos para la subsistencia y el progreso.

f) Corte, secado y guardado:

Existe muy escasa información sistematizada sobre el manejo técnico integral de los totorales, por lo cual lo más importante es hoy recuperar los saberes y técnicas tradicionales empleados por los campesinos y artesanos que trabajan la totora con fines económicos y de autosubsistencia.

El corte o cosecha: la totora "macho" se corta en invierno. Luego de haberla cosechado comienza el crecimiento de la totora "hembra". El crecimiento de la totora "hembra" se produce desde el mes de octubre hasta comienzos de enero. Ahí se inicia el corte, que se completa en abril. El corte de la totora "macho" y de la "hembra" se hace de la misma

manera. Se realiza cuando la totora supera los dos metros de altura sobre el agua. El corte se realiza con una hoz o "guadaña", y se va avanzando por paños en forma ordenada, siguiendo la forma del pajonal. El corte se hace aplicando un solo golpe fuerte cada vez, y debe realizarse tomando desde arriba con la mano izquierda varias plantas, formando un "manejo", y cuidando mucho que los tallos no se doblen y quiebren. El corte se ejecuta "en sesgo", o sea mediante un corte angulado, que se aplica a unos 40 ó 50 centímetros sobre la raíz. De este modo la planta se reproducirá bien en la próxima temporada.

Las plantas ya cortadas se estiran bien para formar "aldanas" o camas. Estas aldanas se ponen sobre lo que queda de los tallos ya cortados, y se las deja bien estiradas, unas sobre otras, cuidando de no pisarlas. Allí se las deja algunos días para que la totora se seque.

El paso siguiente es el amarre. Este se realiza cuando la totora está más o menos seca. El amarre se realiza empleando dos hojas de totora, amarrando con una la parte de debajo de la planta y con otra la de arriba. Así, juntando varias aldanas, se forman los "paquetes", que pueden tener un diámetro de aproximadamente 20 ó 30 centímetros. Armados los paquetes, se trasladan, luego de juntar varios de ellos para formar una "carga".

Con los paquetes se forman "pilotes", al ponerlos unos sobre otros, una "cama" en un sentido y la siguiente en el otro. Los pilotes no se arman directamente sobre el suelo, sino sobre palos que impiden que se contacten con la humedad del suelo. Después, se los cubre con un plástico para protegerlos de la lluvia y mantenerlos en buen estado de conservación hasta su empleo. Bien protegidos, los pilotes pueden mantenerse hasta dos o tres años antes de dar a la totora el uso para el que se la va a destinar.

g) Fitofenología y aprovechamiento:

Según la Revista de Arqueología de Argentina, nos explica que esta especie ha sido reportada con múltiples usos, siendo los más conspicuos su valor comestible, medicinal y maderable. Las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas, como son la floración, aparición (cuajado) de frutos y su maduración, caída de hojas y dormancia, constituyen una fuente de datos para establecer la época en que se encuentran disponibles las especies para diferentes usos. En este sentido, la fitofenología de las

especies silvestres que fueron registradas en el sitio es la época estival, siendo su floración en octubre-noviembre y la fructificación entre diciembre y febrero. Con estos datos se podría establecer que el sitio fue ocupado en la época en que las especies halladas en el sitio alcanzan su madurez para fructificar, la cual ocurre entre diciembre y febrero.

La floración de la totora inicia en dos etapas durante el año, a mediados de la época lluviosa y de la seca, su periodo de fructificación es cada 6 meses, período en el cual se realiza el corte (2 cosechas por año), en esta actividad participa la mayoría de los miembros familiares, elaboran pequeños atados, “guangos” para ser trasladados a un lugar de secado. El tiempo de secado transcurre de 8 hasta 15 días, para que la fibra haya transpirado su humedad hasta en un 90%, característica fundamental para que las mujeres (trabajo de equidad) 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 (Simbaña, 2001).

En el Plan Maestro 2015-2019 del ACRAMM elaborado por la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Lima, se ha mostrado que en la actualidad para los lugareños esta área de conservación es una fuente importante de materia prima, para la elaboración de artesanías en totora y junco, cuya actividad brinda el sustento económico de las familias que se dedican a la comercialización. Sin embargo, su aprovechamiento no se realiza de manera sostenible, lo que ocasiona impactos ambientales en este ecosistema, como la quema de totora (Foto N° 01), siendo una mala práctica de preparación de cultivos.

h) Morfología:

- **Tamaño:** la totora es una hierba acuática perenne, de escaso porte y fasciculada, que puede llegar a medir hasta 4 m de altura, de los cuales al menos la mitad está sumergida bajo el agua y la otra parte se halla por encima de la superficie.
- **Tallo:** posee un tallo erecto, liso, flexible, liviano, rollizo, triangular, similar al césped y sin tuberosidades en la base. (imagen n° 05)
- **Hojas:** las hojas de la totora forman una vaina que rodea al tallo en la base. Están distribuidas en dos sectores: las hojas de la parte inferior de la planta presentan

vainas foliares carentes de láminas, mientras que las superiores las desarrollan ocasionalmente.

- **Inflorescencias:** la parte alta de la planta presenta una inflorescencia ramificada que por un lado es arqueada, debido al desarrollo de brácteas rígidas, y por otro es erecta en la prolongación del tallo. Las espigüelas son hermafroditas, abundantes, ovoides u oblongas. Presenta una cubierta floral espiralada, decidua, ovada, redonda en la parte posterior, con una nervadura media fuerte y una lateral inconspicua u obsoleta.
- **Flores:** las pequeñas flores de la totora son hermafroditas, es decir, reúnen en sí ambos sexos, y la envoltura floral está compuesta por 2 a 6 escamas.
- **Frutos:** esta planta produce frutos secos biconvexos o aplanados convexos, lisos o transversalmente rugosos, con un pericarpio no soldado a ellos. El fruto contiene una sola semilla de forma similar a la lenteja.

2.2.7 MÉTODO ICRAF

Según Julio Alegre y Luis Arevalo nos muestran el Método de ICRAF, que tienen como objetivo mostrar algunos resultados de las evaluaciones de las reservas de Carbono (C) en un rango de diferentes sistemas de uso de la tierra que van desde foresta natural hasta sistemas intensivos de cultivos, pastos y sistemas agroforestales principalmente en suelos ácidos de los trópicos húmedos del Perú. La meta general del ICRAF es establecer y mantener, en colaboración con los programas nacionales en América Latina, una base estratégica de investigación que además de desarrollar sistemas agroforestales sostenibles para el trópico húmedo latinoamericano, se tenga la capacidad de evaluar los aspectos medio ambientales como el secuestro de C y la emisión de gases. Con la evaluación de estos aspectos y los resultados obtenidos de investigación está permitiendo desarrollar tecnologías agroforestales ecológicamente sostenibles para los agricultores de bajos recursos y el aumento del bienestar de la población que vive dentro y alrededor de la foresta. Esto demanda una diversificación en la producción y aumento de la biodiversidad en los sistemas de uso de la tierra y agricultura de tumba y quema.

La agroforestería representa probablemente el reto científico más complejo del sistema de investigación agrícola: como integrar cultivos anuales con árboles, pastos y animales en sistemas de producción, de modo que la inevitable competencia por la luz, el agua, los

nutrientes y daño físico, tenga como resultado una producción sostenible, sin degradación del medio ambiente. (ICRAF, 1996, 1998).

2.2.8 HUMEDALES

Los humedales desempeñan un papel importante en el secuestro y almacenamiento de carbono (RAMSAR, 2010). La degradación y pérdida de humedales agudiza el cambio climático y hace que las personas sean más vulnerables a sus impactos, como las inundaciones, las sequías y la hambruna. Cada vez será más notorio los efectos del cambio climático en forma de alteraciones en la distribución y la disponibilidad del agua, así como en mayores presiones sobre la salud de los humedales (Hernández, 2010).

La restauración de los humedales y el mantenimiento de los ciclos hidrológicos son sumamente importantes en las respuestas para afrontar el cambio climático, la mitigación de las inundaciones, el abastecimiento de agua, la provisión de alimentos y la conservación de la biodiversidad (RAMSAR, 2010; IIAP, 2006).

Por otro lado, los humedales costeros desempeñan un papel primordial en las estrategias establecidas para abordar en las zonas costeras los problemas derivados de la elevación del nivel del mar. Por ello, los encargados de la toma de decisiones deberían de reconocer que la infraestructura natural de los humedales es un elemento importante para combatir el cambio climático y adaptarse a él (RAMSAR, 2014). Así mismo, si estos funcionan bien desempeñan un papel fundamental para responder al cambio climático y regular los procesos climáticos naturales (mediante el ciclo del agua, el mantenimiento de la biodiversidad, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la amortiguación de los impactos) (Foto N° 05). La conservación y el uso racional de los humedales contribuyen a reducir los posibles efectos económicos, sociales y ecológicos negativos (RAMSAR, 2010; Cuellar et al., 2015).

a) Importancia de los Humedales costeros:

Los Humedales son áreas inundadas o inundables (permanente o temporalmente) donde el cuerpo de agua está tan cerca de la superficie, mostrando interacciones complejas

entre agua y tierra. Además, no son ecosistemas terrestres ni acuáticos, sino que fluctúan entre ambos paisajes (RAMSAR, 2014).

La Convención RAMSAR aplica una definición amplia de los humedales, “que abarca todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y bajos de marea, manglares y otras zonas costeras, arrecifes coralinos, y sitios artificiales como estanques piscícolas, arrozales, embalses y salinas” (RAMSAR, 2010). Por otro lado, la Convención estipula que los humedales: podrán comprender zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal (RAMSAR, 2010).

Los humedales costeros juegan un rol muy importante en el planeta (Arellano et al., 2015), los principales servicios ecosistémicos son: protección costera, atenúa y/o disipa las olas, amortigua los vientos, control de la erosión, favorece la estabilización de los sedimentos y la retención de suelo, protección contra crecidas, regulación y control del caudal del agua, suministro de agua, recarga/descarga de aguas subterráneas, purificación del agua, favorece la captación de nutrientes y contaminantes, así como la retención y el depósito de partículas, genera productividad y diversidad biológica, mantenimiento de la pesca, la caza y las actividades de forrajeo, crea un hábitat reproductivo adecuado y zonas de cría con espacios protegidos, turismo, recreación, educación e investigación, entre otros.

b) Servicios ecosistémicos de los humedales costeros:

Los humedales costeros juegan un rol muy importante en el planeta (Arellano et al., 2015), los principales servicios ecosistémicos son: Protección costera, atenúa y/o disipa las olas, amortigua los vientos control de la erosión, favorece la estabilización de los sedimentos y la retención de suelo, protección contra crecidas regulación y control del caudal del agua, suministro de agua recarga/descarga de aguas subterráneas, purificación del agua, favorece la captación de nutrientes y contaminantes, así como la retención y el depósito de partículas, genera productividad y diversidad biológica, mantenimiento de la pesca, la caza y las actividades de forrajeo, crea un hábitat reproductivo adecuado y zonas de cría con espacios protegidos, turismo, recreación, educación e investigación, etc.

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos de la tierra y aunque ocupan entre el 4-6% de la superficie terrestre, albergan entre el 20-25% del carbono mundial almacenado en los suelos (350-535 Gt.) (Hernández, 2010). El carbono en los humedales está almacenado en la biomasa de plantas vivas (aérea y subterránea), biomasa de plantas muertas (necromasa) y suelo (en materia orgánica del suelo en cantidades ínfimas, como biomasa animal y de microorganismos) (REDD, 2011; Cuellar et al., 2015).

El carbono de la biomasa de plantas vivas, es la parte aérea, todas las ramas y hojas de árboles vivos, plantas rastreras, enredaderas y epífitas, así como las plantas del sotobosque y la vegetación herbácea (REDD, 2011). Mientras, que el carbono de la necromasa es la materia orgánica muerta, la capa de hojarasca, biomasa en descomposición y el carbón vegetal (o materia orgánica parcialmente carbonizada) sobre la superficie del suelo (REDD, 2011). Por otro lado, el carbono del suelo es el carbono orgánico, el carbono inorgánico y el carbón vegetal. El tipo de carbono en el suelo se encuentra en diversas etapas de humificación, y los plazos de recambio llegan hasta cientos (o incluso miles) de años. En las turberas, los plazos de recambio pueden alcanzar los miles de años (Ordoñez, 1999).

La concentración de carbono orgánico en los suelos generalmente disminuye con la profundidad, y a mayor proporción de reservorios relativamente estables es menor la concentración total de carbono. En los suelos minerales, el carbono orgánico del suelo es relativamente pequeño y ocurre principalmente en los primeros 30 cm de la capa de suelo (MINAM, 2009a). En un humedal, se puede encontrar muchos tipos de vegetación, según sea el tipo de humedal y en las condiciones en la que se encuentra, como por ejemplo en el Perú, podemos encontrar los manglares en la zona norte, humedales costeros en la costa, bofedales y pajonales en la sierra y aguajales en la selva.

c) Servicios ecosistémicos de los humedales costeros:

Los humedales costeros juegan un rol muy importante en el planeta (Arellano et al., 2015), los principales servicios ecosistémicos son: Protección costera, atenúa y/o disipa

las olas, amortigua los vientos control de la erosión, favorece la estabilización de los sedimentos y la retención de suelo, protección contra crecidas regulación y control del caudal del agua, suministro de agua recarga/descarga de aguas subterráneas, purificación del agua, favorece la captación de nutrientes y contaminantes, así como la retención y el depósito de partículas, genera productividad y diversidad biológica, mantenimiento de la pesca, la caza y las actividades de forrajeo, crea un hábitat reproductivo adecuado y zonas de cría con espacios protegidos, turismo, recreación, educación e investigación, etc.

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más productivos de la tierra y aunque ocupan entre el 4-6% de la superficie terrestre, albergan entre el 20-25% del carbono mundial almacenado en los suelos (350-535 Gt.) (Hernández, 2010). El carbono en los humedales está almacenado en la biomasa de plantas vivas (aérea y subterránea), biomasa de plantas muertas (necromasa) y suelo (en materia orgánica del suelo en cantidades ínfimas, como biomasa animal y de microorganismos) (REDD, 2011; Cuellar et al., 2015).

El carbono de la biomasa de plantas vivas, es la parte aérea, todas las ramas y hojas de árboles vivos, plantas rastreras, enredaderas y epífitas, así como las plantas del sotobosque y la vegetación herbácea (REDD, 2011). Mientras, que el carbono de la necromasa es la materia orgánica muerta, la capa de hojarasca, biomasa en descomposición y el carbón vegetal (o materia orgánica parcialmente carbonizada) sobre la superficie del suelo (REDD, 2011). Por otro lado, el carbono del suelo es el carbono orgánico, el carbono inorgánico y el carbón vegetal. El tipo de carbono en el suelo se encuentra en diversas etapas de humificación, y los plazos de recambio llegan hasta cientos (o incluso miles) de años. En las turberas, los plazos de recambio pueden alcanzar los miles de años (Ordoñez, 1999).

La concentración de carbono orgánico en los suelos generalmente disminuye con la profundidad, y a mayor proporción de reservorios relativamente estables es menor la concentración total de carbono. En los suelos minerales, el carbono orgánico del suelo es relativamente pequeño y ocurre principalmente en los primeros 30 cm de la capa de suelo (MINAM, 2009a). En un humedal, se puede encontrar muchos tipos de vegetación, según sea el tipo de humedal y en las condiciones en la que se encuentra, como por

ejemplo en el Perú, podemos encontrar los manglares en la zona norte, humedales costeros en la costa, bofedales y pajonales en la sierra y aguajales en la selva.

d) Composición florística de los humedales:

La vegetación típica de los humedales son plantas que poseen unas adaptaciones morfológicas o fisiológicas que les permiten crecer y sobrevivir en agua o en suelos que periódicamente se encuentran en condiciones anaeróbicas, estas tienen de nombre hidrofíticas, dichas plantas tienen unas estrategias reproductivas únicas que les permiten desarrollarse en este tipo ambiente. El 95% de las plantas en los humedales necesitan suelos permanentemente o temporalmente húmedos para poder sobrevivir por lo que se conoce como una especie obligada. Y el 33-66% de otras especies pueden crecer tanto en los humedales como en lugares que no lo son, por lo que son facultativas.

En 6 humedales costeros del Perú (los Humedales de Puerto Viejo, los Pantanos de Villa, los Humedales de Ventanilla, los Humedales de Santa Rosa, la Laguna El Paraíso y las Albuferas de Medio Mundo). Son las monocotiledóneas son el grupo con mayor riqueza de plantas vasculares, seguido de las eudicotiledóneas, los helechos y equisetófitas (*Equisetum Giganteum*). En cuanto al hábito, las hierbas son predominantes en los humedales costeros de Perú son las especies acuáticas emergentes, seguido de los arbustos, las acuáticas sumergidas y las acuáticas flotantes (Aponte & Cano, 2013). Las familias presentes en los humedales costeros son las Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Juncaceae, Amaranthaceae, Lemnaceae, Solanaceae, Apiaceae, Aizoaceae, Boraginaceae, Chenopodiaceae, Haloragaceae, Portulacaceae, Potamogetonaceae, Ruppiaceae, Typhaceae y Araceae (GRL, 2015; Aponte & Cano, 2013). La presente investigación fue realizada en las Albuferas de Medio Mundo, el cual tiene las características de ser un humedal costero (GRL, 2015), y se evaluó la unidad de vegetación juncal, la especie predominante en esta unidad de vegetación es el “junco” (*Schoenoplectus Americanus* (Pers.) Volkart ex Schinz & R. Keller).

2.2.9 CAMBIO CLIMÁTICO

Estableciendo que MINAN (2015), indica que la Estrategia Nacional antes el Cambio Climático (ENCC) es el compromiso del Estado Peruano de hacerle frente, además se atribuye al cambio climático como producto de forma directa o indirectamente de las actividades humanas, específicamente por el aumento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), debido al incremento de las actividades productivas y económicas, siendo la tendencia actual a patrones mundiales de consumo y uso no sostenible de los recursos naturales, llegándose así alterar la composición de la atmósfera, más la variabilidad natural del clima; ocasionando eventos climáticos extremos de sequías, incremento del nivel del mar, alteración en los regímenes de las precipitaciones y la temperatura que podrían afectar el funcionamiento del sistema global.

Según Ortega et al 2010 el Cambio Climático es la variación del estado del clima identificable (p. e. Mediante pruebas estadísticas) con relación al valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, la cual persiste durante largos períodos de tiempo. El Cambio Climático se debe a procesos naturales, fuerzas externas o cambios antropogénicos persistentes hacia la composición de la atmósfera o el uso de la tierra.

El efecto invernadero es un fenómeno natural, por el cual los gases que se encuentran en la atmósfera retienen el calor emitido por la Tierra. Este calor proviene de la radiación solar, pero como rebota sobre la superficie terrestre queda atrapado por la capa de gases de efecto invernadero (GEI), y que al quedarse estos gases hace que aumente la temperatura ambiental, ocasionando esto un desequilibrio (Insper Action, 2016).

El efecto invernadero es la retención de calor en baja atmósfera debido a la absorción y a la re-radiación de las nubes y de algunos gases.....Estos gases se encuentran en la atmósfera en pequeñas cantidades y reflejan hacia todas las direcciones las radiaciones térmicas de onda larga (imagen N° 06)..... La cantidad de gases de efecto invernadero en la atmósfera pueden influenciar las temperaturas mundiales. Si estos gases aumentaran, las temperaturas podrían subir, en cambio, si disminuyeran las temperaturas bajarían. (FAO, 1995, p. 37-38)

Cada uno de los gases del efecto invernadero (GEI) tiene diferente capacidad de atrapar el calor solar. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas más conocido y mayor causante del efecto invernadero, pero no por tener una alta capacidad de retención de calor, sino por la gran cantidad que es producida. Sin embargo, no es el único gas de efecto invernadero.

También están otros siete principales como: el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los fluorocarbonados (CCL₂F₂), los hidrofluorocarbonados (CCL₂F₂), el perfloroetano (C₂F₆), el hexafluoruro de azufre (SF₆) y el vapor de agua (Rodríguez et al., 2015).

Así mismo, el CO₂ debido a la gran cantidad de emisión a influenciado al cambio climático global, definida esta como las modificaciones termodinámicas que ocurren en la atmósfera a escala global, como consecuencia del incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), provocando el calentamiento del planeta (IPCC, 2007). Esto representa actualmente el problema ambiental más grave, ya que es principalmente derivado de las actividades antropogénicas que siguen en crecimiento.

El incremento de las emisiones de dióxido de carbono, provoca alrededor del 50 – 60 % del calentamiento global. La combustión de combustibles fósiles para la generación de energía provoca alrededor del 70 – 75% de las emisiones de CO₂. El CO₂ está disuelto en los océanos y es consumido en procesos fotosintéticos. En la actualidad su concentración ya supera las 400ppmv (partes por millón volumen) y sigue subiendo año tras año, producto de la acción antropogénica (IPCC, 2005).

a) Inventario de emisión de CO₂ en el Perú:

Las emisiones crecieron de 98,8 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el año 1994, hasta 120 millones de toneladas de CO₂ equivalente en el año 2000 y en el 2013 se llegó a emitir 1.87 toneladas métricas de CO₂ (MINAM, 2009; Banco Mundial, 2017) (cuadro N° 03 y 04) (Gráfico N° 02). Así mismo, en el informe se considera que la principal fuente de emisiones es la deforestación, que genera 110 millones de toneladas de CO₂.

b) Vulnerabilidad del Perú frente al cambio climático:

“La vulnerabilidad climática significa el grado de susceptibilidad de un territorio, que varía según su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa al cambio climático” (MINAM, 2016). Debido a la gran variedad de regiones naturales y de factores geográficos presentes, es de esperar que el cambio climático se exprese diferenciadamente. Habrá zonas en las que aumente la temperatura o las lluvias y otras en las que disminuya. El cambio climático puede traer importantes consecuencias económicas para el país y posiblemente afectará más a la población más pobre. Entre las

principales razones es que el 90% de la población vive en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas; un gran porcentaje de esta se dedica a la agricultura, la pesca y otras labores que son afectadas directamente por el clima; existe un alto porcentaje de pobreza y extrema pobreza, con pocas posibilidades de adaptación; y la mayor parte de la energía se genera a partir de centrales hidroeléctricas (MINAM, 2016; CEPLAN, 2017).

El Perú en la actualidad cuenta con una Política Nacional y con una dirección del Ambiente, que incluye entre sus objetivos la adaptación de las actividades realizadas de la población frente al cambio climático. La autoridad ambiental nacional es el Ministerio del Ambiente (MINAM), que cuenta con una Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos (DGCCDRH) y como parte del proceso de descentralización, en el 2002 se aprobó la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales donde establece la obligación de formular Estrategias Regionales de Cambio Climático.

Así mismo, se cuenta con la Comisión Nacional de Cambio Climático, presidida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), donde se trabaja el acondicionamiento y mitigación de los efectos negativos de cambio climático. Así mismo, el Plan Nacional de Acción Ambiental - PLANAA Perú: 2011 – 2021, ha definido metas que responden a los problemas ambientales y de gestión de los recursos naturales del país; busca alcanzar cambios para el 2021 en materia de: agua, residuos sólidos, aire, bosques y cambio climático, diversidad biológica, minería y energía, y gobernanza ambiental; propiciando un efecto positivo en la calidad de vida y el desarrollo del país (PLANAA, 2011).

Por otra parte, en el Plan Bicentenario: El Perú hacia el 2021 aprobado por Decreto Supremo N° 054-2011-PCM, se incorporan lineamientos de política sobre la adaptación y mitigación del cambio climático, buscando desarrollar acciones concretas de participación en reducción de emisiones y gestión de riesgos, así como en la formación de capacidades, generación de conocimientos y aportes metodológicos para la toma de decisiones (MINAM, 2010). Tiene como una de sus prioridades la adaptación del país al cambio climático y como objetivo específico 4: la evaluación de Población y sistemas productivos vulnerables adaptados al cambio climático (CEPLAN, 2017).

2.3 Bases filosóficas

- **Biomasa:** es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente.
- **Blue Carbon:** carbono capturado por ecosistemas marino costero.
- **Cambio Climático:** es la variación del estado del clima identificable (p. e. Mediante pruebas estadísticas) con relación al valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, la cual persiste durante largos períodos de tiempo.
- **Captura y almacenamiento de carbono:** es el proceso consistente en la separación de dióxido de carbono de fuentes industriales y del sector de la energía.
- **Carbono azul:** es el carbono almacenado por ecosistemas marinos y costeros que pueden ser como el fitoplancton, macro algas fotosintéticas, bacteria, fanerógamas, arrecifes de coral, marismas de marea, praderas oceánicas, bosques de manglar, y otros humedales, estos almacenan por más tiempo el carbono y una mayor cantidad.
- **Carbono marrón:** es el carbono emitido por las actividades antropogénicas, de combustión completa por la quema de combustibles como el petróleo y carbón, emitiéndose a la atmósfera gases como el dióxido de carbono y metano.
- **Carbono negro:** es el carbono de los procesos de combustión ineficiente, que tienen de origen en las actividades industriales, como por ejemplo el hollín y el polvo atmosférico.
- **Carbono verde:** es el que está libre en la atmósfera almacenándose en la biomasa de plantas y suelos de ecosistemas forestales, los pastizales y cultivos, o en ecosistemas naturales como selvas tropicales, bosques y praderas.
- **Ciclo del carbono:** es un ciclo biogeoquímico, por el cual el carbono se intercambia entre la biosfera, la litosfera, la hidrosfera y la atmósfera de la Tierra.
- **Sumideros naturales:** son los principales sumideros naturales del planeta, esenciales para el ciclo de carbono.
- **Vegetación típica de los humedales:** son plantas que poseen unas adaptaciones morfológicas o fisiológicas que les permiten crecer y sobrevivir en agua o en suelos que periódicamente se encuentran en condiciones anaeróbicas, estas tienen de nombre hidrofíticas, dichas plantas tienen unas estrategias reproductivas únicas que les permiten desarrollarse en este tipo ambiente.

2.4 Definición de términos básicos

- **Dióxido de carbono:** es uno de los gases responsable del efecto invernadero, un proceso natural que permite que la temperatura de la tierra se mantenga, sin embargo, el exceso de CO₂, ocasiona una intensificación del efecto invernadero.
- **Humedales:** son áreas inundadas o inundables (permanente o temporalmente) donde el cuerpo de agua está tan cerca de la superficie, mostrando interacciones complejas entre agua y tierra. Además, no son ecosistemas terrestres ni acuáticos, sino que fluctúan entre ambos paisajes.
- **Junco:** es una planta herbácea de la familia Juncaceae, con ramas aéreas provistas y una médula esponjosa, flores hermafroditas, cápsulas como fruto y tallos flexibles.
- **JUNCO “Schoenoplectus Americanus”:** una planta frecuente en los humedales de la costa central del Perú, perteneciente a la familia Cyperaceae, es una especie perenne. Posee un rizoma con o sin escamas, del cual se desprenden múltiples tallos verdes.
- **Totora:** es una hierba perenne, fasciculada, con raíces fibrosas. El tallo es cespitoso, erecto, liso, trígono, acostillado, sin presentar tuberosidades en la base

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

Existe relación significativa entre la captura y almacenamiento de Carbono con la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.

2.5.2 Hipótesis específicas

- La influencia que tiene la biomasa es relevante en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- La incidencia del carbono en el suelo es significativa en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.
- La intervención del carbono almacenado es representativa en relación a la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo – Végueta 2017.

2.6 Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE UNO: CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO	Compuesto químico gaseoso de molécula CO ₂ , formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno. No es tóxico y forma parte de la atmósfera terrestre en una proporción que varían en torno al 0,033%. Es el principal responsable del efecto invernadero, fenómeno positivo y necesario para la vida en la tierra en proporciones moderadas pero nocivas si la presencia de CO ₂ aumenta, ya que el incremento provoca el calentamiento de la atmósfera y el consiguiente cambio climático global.	Para la determinación de las reservas de carbono de desarrollará por la metodología del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería – ICRAF. La determinación del factor de Carbono en las muestras de flora área y raíz se realizará con el método de titulación o Walkley y Black; y para la determinación de carbono en el suelo, se realizó por el método Colorimétrico.	Biomasa	Método ICRAF
			Carbono en el suelo	Método ICRAF
			Carbono almacenado	Método ICRAF
VARIABLE DOS: TOTORA “Schoenoplectus californicus”	Es una planta rizomatosa. Está muy adaptada al medio acuático y puede desarrollarse en suelos de inundación permanente y en aguas de hasta 1 mt. de profundidad. Sus poderosos rizomas se fijan al sustrato y ejercen una función de soporte, de retención de nutrientes y del suelo, impidiendo la erosión y facilitando el crecimiento de nuevas especies en las orillas. Se utiliza tradicionalmente como materia prima en la elaboración de artesanías y en la fabricación de esteras.	Identificación de las especies de flora en el sitio de muestreo es el método de transecto.	Fitofenología	Temperatura Humedad Viento
			Suelo	Origen Textura Clase
			Morfología	Altura Espesor Densidad

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

La presente investigación tiene tipo de enfoque cuantitativo, su desarrollo de esta investigación se llevó a cabo con el método hermenéutica, siendo que todo conocimiento empírico adquirido en la investigación será interpretado.

Tenemos que la investigación se ha realizado a nivel **Descriptivo – Correlacional – Explicativo**, ya que cumple con lo siguiente:

- **Descriptivo:** pretenden medir o recoger información de manera independiente (conjunta) sobre los conceptos de las variables a los que se refiere que recopilan la información de cada una de las variables, para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de su interés.
- **Correlacional:** Tiene como propósito evaluar la relación que existe entre dos o más variables, conceptos o categorías, en un contexto particular (Hernández, S. 2006, p.63).
- **Explicativa:** explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a controlar las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se presenta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, S. 2006, p.63).

El diseño de la investigación que hemos tomado en cuenta para esta investigación es Experimental, ya que a la variable independiente (Titora), se le ha realizado pruebas y post pruebas para llegar a los resultados deseados.

Como una investigación mixta (Zorrilla ,1993:43), ya que participa la naturaleza de la investigación documental, por el gran aporte de tesis y publicaciones relacionados con el tema, lo que enriquece aún más el trabajo, y de la investigación de campo, ya que las muestras representativas para la evaluación serán tomadas In – Situ en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

Para la contratación de hipótesis se ha decidido desarrollar: método del transecto, método de Walkley y Black, y el método ICRAF.

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 y método de Walkley y Black.

3.2 Población y muestra

Esta información está basada en el Plan Maestro de la ACRAMM 2015-2019 (GRL) y la interpretación del mapa de cobertura vegetal del ACRAMM, en la cual determinó el área total de la Totora y el área de estudio.

a) Localización del Área de Estudio:

La zona de estudio, fue el Área de Conservación la Albuferas de Medio Mundo (ACRAMM), el cual se ubica en el Centro Poblado de Medio Mundo, entre los kilómetros 170 y 177 de la carretera Panamericana Norte ($10^{\circ}58'05,15''S$ - $77^{\circ}39'23,99''O$) perteneciente al distrito de Végueta (Velit, 1974; GRL, 2015), provincia de Huaura y departamento de Lima. El ACRAMM, según el D.S. N° 006-2007-AG del 25 de enero de 2007, publicado en el Diario Oficial “El Peruano”, que estableció el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, ésta tiene una extensión de 687.71 y cuyos límites son los siguientes:

- Por el Norte: es la orilla de playa, el cual continúa en dirección noreste, zona de dique “Los Viños”.
- Por el Este: Zona de acantilados y avícola, cerca al Centro Poblado de Medio Mundo.
- Por el Sur: La orilla de playa. Zona de punta, de la Bahía “Punta Atahuanpa” (próxima al Centro Poblado Sta. Cruz).
- Por el Oeste: Zona marina costera.

b) Flora:

La flora vascular del ACRAMM registra 26 especies, como el “junco” (*Schoenoplectus Americanus*), “totora balsa” (*Schoenoplectus Californicus*) entre otras, de gran importancia para la artesanía local (Procomhcc, 2008; Aponte & Cano, 2013). De la misma forma hay 48 especies de algas que integran el fitoplancton de las aguas de la Albufera, de las cuales las algas azules (Cyanophyta) representan el 40%, las algas

verdes (Chlorophyta) el 10%, mientras que las diatomeas (Basillariophyta) representan el 44% y los dinoflagelados el 6%.

c) **Fauna:**

El ACRAMM presenta 63 especies de aves registradas, distribuidas en 19 migratorias (3 alto andinas) y 41 residentes, de las cuales cabe mencionar por su grado de protección e importancia turística:

- Pelecanus Thagus (Pelícano peruano (VU)).
- Phoenicopterus Chilensis (Flamenco común o Parihuana).
- Rynchops Niger Rayador (VU) D.S. 013-99-AG.
- Cinclodes Taczanowskii (Churrete marisquero (Endémica)).
- Haematopus Ater (Ostrero negro), brujillo (Rara D.S. 013-99-AG).

Familia SCOLOPACIDAE (familia que reúne a gran número de especies migratorias en el marco del Corredor del Pacífico). Además, se registran 17 especies de dípteros acuáticos; 3 especies de peces endémicos (monengue, lisa y mojarra), 02 especies de peces introducidos (tilapia gris y roja), una especie de reptil (lagartija), un mamífero (rata), moluscos, arácnidos y crustáceos.

d) **Ecología (Zonas de vida):**

El ACRAMM se ubica de acuerdo al Sistema de Holdridge, sistema empleado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) ahora SERNANP, en la zona de vida Desierto Desecado Subtropical (dd-S): esta zona de vida se extiende desde el litoral aproximadamente hasta los 500 m.s.n.m., presenta una precipitación promedio anual de 2.2 mm, una temperatura máxima de 22.2 °C y una mínima de 17.9 °C. La vegetación es muy escasa principalmente de Gramíneas y Ciperáceas, así como de unas especies halófilas distribuidas en pequeñas áreas de suelos salinos. Esta zona de vida se incluye en la categoría climática del desierto litoral. Así mismo, se han caracterizado 5 hábitats: Cuerpos de Agua (200.20 ha), Totorales y juncales (154.65 ha), Gramadal (8.68 ha), Arenal (244.68 ha), Asociaciones vegetales (19.51 ha).

e) **Características climáticas:**

El clima dominante en la región del Valle Bajo de la Cuenca Hidrográfica del Huaura (donde se encuentra la Albufera) pertenece al subtropical desértico. Sin embargo, la

ubicación geográfica de tal tipo de clima en esta región no coincide exactamente con lo que normalmente le corresponde, debido a la acción modificadora de la corriente de Humboldt, de aguas muy frías, que afecta a la temperatura de la franja costera, hasta unos 20 kilómetros tierra adentro, y hasta unos 500 metros de altura sobre el nivel del mar.

f) Vientos:

En esta faja prevalecen cielos nublados casi constantes con alta humedad relativa durante los meses de junio a setiembre; además, la corriente de Humboldt afecta la dirección dominante de los vientos, los cuales corren de Sur Oeste a Nor Este y alcanzan velocidades mayores que en las pampas. La velocidad del viento durante el día varía de calma completa hasta unos 14,4 Km/h a media mañana; hacia el mediodía alcanza velocidades de hasta 20 Km/h e incluso ocurren momentos que llegan hasta unos 50 Km/h o más.

g) Humedad relativa, precipitaciones y temperaturas:

La humedad relativa media mensual varía entre 89% para los meses de enero a marzo (verano) y de 91% en el resto de los meses en promedio. La precipitación pluvial en la zona es casi nula, ya que sólo alcanza unos 10 mm anuales. La temperatura media mensual varía entre 20.4 °C en el invierno y 22.0 °C en el verano. Se ha podido registrar temperatura máxima media mensual de 25.8 °C en marzo y la mínima media mensual de 17.3 °C en julio.

h) Formaciones geológicas y paisajes:

En general los suelos del llamado Complejo de Végueta se componen de superficies con lomeríos de pendientes suaves que varían de 2 a 10 m. Los estratos inferiores están formados por material volcánico parcialmente descompuesto. En las zonas de mayor pendiente las rocas se encuentran muy cerca de la superficie. El drenaje varía de bueno a pobre en las superficies cóncavas casi planas siendo excesivo en las convexas. El color de los suelos va del pardo gris al pardo gris oscuro. En superficies cóncavas la estructura varía de arena franca a franco arenosa, con grava fina hasta unos 40 a 60 cm. de profundidad. Más abajo se encuentra arena gruesa con 3 a 10 % de grava fina. En algunos sitios, y a 60 cm. de profundidad abundan las piedras.

i) **Desarrollo económico local:**

✓ Explotación de Junco y Totorá:

El ACRAMM proporciona en la actualidad a los lugareños una fuente importante de materia prima para la elaboración de artesanías en totora y junco, cuya actividad permite el sostenimiento de las familias que se dedican a su comercialización (Aponte & Ramírez, 2011). Los pobladores de la zona, desde hace centurias dependen de esta importante fuente de recursos, los totorales y juncales. Además de las cooperativas extractoras de junco “José Olaya” y “San Martín”, las mujeres de Medio Mundo cuentan con una Asociación de tejedoras que han denominado “AMARTEMM” (Asociación de Mujeres Artesanas de Medio Mundo) (Plan Maestro de la ACRAMM, 2009-2013).

✓ Pesca:

La pesca se desarrolla en el humedal y en su litoral marino de manera artesanal, utilizando aparejos de pesca como atarrayas, chinchorros y mallas. La extracción en la laguna es principalmente de lisa y mojarrilla por parte de los pobladores locales.

✓ Turismo y actividades potenciales

Por su belleza paisajística, flora y fauna, la ACRAMM también posee un alto potencial turístico. Las características de su paisaje le son brindadas por la riqueza de su ecosistema, siendo visitada por una cantidad creciente de turistas nacionales y extranjeros, algunos de ellos los llamados “birdwatchers”, quienes gozan de observar, estudiar y fotografiar la belleza del entorno visual integrado por el comportamiento de las diferentes variedades de aves, y por su ecosistema circundante (MINCETUR, 2015).

3.2.1 Población

Población Finita de Totorá “*Schoenoplectus californicus*”, de 13.95 Ha, pertenecientes al Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo. (Imagen N° 07)

3.2.2 Muestra

Se realizó transectos de 1m x 1m, en 4 puntos diferentes en el mapa de cobertura vegetal (Imagen N° 08). Determinado mediante el método de muestreo No probabilístico por conveniencia cada punto de muestreo.

Utilizando una sub muestra del peso fresco de la biomasa obtenida por metro cuadrado para ser llevado a la estufa y determinar su biomasa herbácea en peso seco, teniendo esta variable de tipo cuantitativa.

3.3 Técnicas de recolección de datos

➤ Técnica: método del transecto

Identificación de la especie de la totora balsa en los sitios de muestreo establecidos.

Se realizó lo siguiente:

1. Selección de la zona de estudio, seleccionada de manera aleatoria mediante el uso del mapa de cobertura vegetal del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.
2. De cada punto se toma una muestra mediante el uso del marco de madera de 1x1 metros y de 0.25 x 0.25 centímetros.
3. Pesado de las muestras.
4. Rotulado de las muestras, y elección al azar de la sub muestra seleccionada para ser sometida al análisis correspondiente.

➤ Técnica: Metodología del Centro Internacional para la investigación de Agroforestería – ICRAF

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 determinar el carbono en la especie de la totora “Schoenoplectus Californicus” del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, se realizó lo siguiente:

- Se estima por muestreo directo en 4 puntos de 1m x 1m, escogidas de manera aleatoria.

- Se corta la totora a nivel del suelo y se registra el peso fresco obtenido de cada punto de muestreo (por metro cuadrado).
- Seleccionar una sub muestra, medir su peso fresco y colocar en una bolsa de papel identificado el punto de muestreo al que pertenece.
- Realizar el secado de las sub muestras colectadas en las estufas calientes a 75°C por 24 horas hasta obtener un peso constante de la biomasa.
- 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 calcular el 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 la especie de la totora en esta investigación 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 $FeSO_4$ o 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.

Materiales:

- ✓ Agitador magnético con barra de teflón.
- ✓ Bureta para titulación.
- ✓ Frascos de Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Pipetas graduadas y volumétricas.
- ✓ Dispensador de ácido.

Reactivos:

- ✓ Solución Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)₂N
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) CC
- ✓ Solución Sulfato Ferroso ($FeSO_4$)
- ✓ Solución sulfato ferroso amoniacal ($(NH_4Fe)_2(SO_4)_3$)
- ✓ Indicador Difenil amina sulfúrica 1%

Cálculos:

$$\% \text{ materia orgánica} = M \times \left(\frac{1.724 \times 0.4 \times N_{SFA} \times (V_B - V_M)}{\text{Peso de muestra inicial (g)}} \right)$$

Sabiendo que:

$$V_B = \frac{V(K_2Cr_2O_7) \times V_{SFA}}{10}$$

Donde:

M: Es la molaridad de la solución de $FeSO_4$

0.4: Es el factor equivalente del peso del carbón

V_B : Es el volumen de la solución Ferrosa amoniacal requerido para el blanco (ml.)

V_M : Es el volumen de la solución Ferrosa amoniacal requerido para la muestra (ml.)

N_{SFA} : (Normalidad de la solución ferrosa amoniacal) = $4 / V_{SFABK}$ (Volumen de la solución sulfato ferrosa amoniacal del blanco)

➤ **Instrumentos para la recolección de datos:**

- Filmadoras y grabaciones: ambos instrumentos se utilizarán para filmar y grabar las secuencias de la toma de muestras In-Situ.
- Cámara fotográfica: es necesario tomar fotos de las distintas etapas de la investigación.
- Libreta de notas: es importante también, llevar el registro escrito de todas las etapas y actividades (observaciones, estudios, muestras, análisis, etc.) de la investigación.
- Materiales de Laboratorio: Equipos y herramientas que ayudaran a determinar la relación del carbono y la capacidad de almacenamiento de este gas de efecto invernadero que posee la totora.
- GPS

- Mapa ubicación
- Botas de jebe
- Wincha de 3mts. (1)
- Pala recta
- Serrucho
- Balanza
- Plumón indeleble
- Lapiceros
- Bolsas
- Marco de madera de 1 x 1 m.
- Marco de madera 0.25 x 0.25 m.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

➤ **DETERMINACIÓN DE LAS RESERVAS DE CARBONO**

Metodología 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 el Perú. (Arévalo et al., 2003).

- **Toma de muestra de la especie de la totora balsa en estudio del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo parte aérea:**

Identificada previamente la especie de la totora balsa a evaluar se procede con la determinación de la cantidad de carbono secuestrado correspondiente a la parte aérea, que están compuestas por la biomasa sobre el suelo (epigea) de gramíneas, siendo el siguiente procedimiento para la toma de muestra:

1. La biomasa se estima por muestreo directo en cuatro cuadrantes de 1m. x 1m.



2. Se corta toda la vegetación (totora) a nivel del suelo.



3. Se registra el peso fresco de la totora por metro cuadrado.



4. Colectar una sub muestra, y registrar el peso fresco, colocándolo en bolsas de papel correctamente identificadas.



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 multiplicado por el factor que determina el porcentaje de carbono en las muestras. (Cuadros N° 05).

• **Toma de muestra de la especie de la totora balsa en estudio del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo parte raíz:**

En la especie de la totora balsa, evaluando la cantidad de carbono secuestrado correspondiente a la parte raíz, determinado por transectos de 0.25m X 0.25m sobre el suelo de la totora siendo el siguiente procedimiento para la toma de muestra:

1. La Biomasa se estima por muestreo directo en 0.25m. x 0.25m. sobre el suelo, del lugar de la toma de muestra de la parte aérea.



2. Se corta y se pesa la vegetación (totora) señalada anteriormente.



3. Colectar una sub muestra, y registrar el peso fresco, colocándolo en una bolsa de papel correctamente identificada.



4. Secar las sub muestras colectadas en estufas calientes a 75° C por 24 horas hasta obtener un peso constante.



5. 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 (cuadros N° 06).

➤ **DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CONVERSIÓN DE CARBONO EN EL LABORATORIO DE LA ESPECIE DE LA TOTORA BALSA EN ESTUDIO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL ALBUFERA DE MEDIO MUNDO**

Determinación del carbono en la estructura vegetal seleccionada con la finalidad de estimar la captura de CO₂ en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo. Para la determinación del carbono en la especie de la totora balsa se realizó mediante los siguientes métodos:

• **Método de Walkley y Black:**

Para la determinación del factor de conversión de carbono en el laboratorio con las muestras de las especies de flora se realizó con el siguiente procedimiento:

1. Tener las muestras en peso seco de las especies de flora en estudio.



2. Moler las muestras en el molino.



3. Pesar 0.2 g de muestra y llevar a un frasco de Erlemeyer de 125 ml.



4. Agregar a las muestras 20 ml de solución Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) 2N; agregar 10 ml de Ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) concentrado, mezclar para homogeneizar la solución. Durante esta reacción hay generación de calor.



5. Reposar las muestras de 2 a 3 horas.



6. Enrasar a 100 ml con agua desionizada (previamente hacer un blanco)



7. Titular con solución Sulfato ferroso Amoniacal 0.2N, agregando gotas de indicador Difenil amina sulfúrica 1% (3 gotas/20 ml).



Expresión de los Resultados del factor de conversión de carbono de la especie de la totora balsa, parte aérea y raíz (Cuadros N° 05 y 06).

Especie de flora	Peso g.	Volumen (K ₂ Cr ₂ O ₇) ml	Volumen de Sulfato Ferroso Amoniacal ml	Volumen Blanco Vb	% Materia Orgánica	% C
Totora Aérea	0.2	20	18.5	38.6	71.79	41.65
Totora Raíz	0.2	20	16.4	38.6	79.3	45.99

Fuente: elaboración propia

Donde:

$$V_B = \frac{V(K_2Cr_2O_7) \times V_{SFA}}{10}$$

10 ml. de (K₂Cr₂O₇)..... 19.3 ml. de gasto de (SFA)

20 ml. de (K₂Cr₂O₇)..... X X = 38.6 ml.

$$\% \text{ materia orgánica} = M \times \left(\frac{1.724 \times 0.4 \times N_{SFA} \times (V_B - V_M)}{\text{Peso de muestra inicial (g)}} \right)$$

Reemplazo en la fórmula:

$$\% \text{ materia orgánica} = 5 \times \left(\frac{1.724 \times 0.4 \times 0.2072 \times (38.6 - 16.4)}{0.2} \right)$$

$$\langle \rangle \% \text{ materia orgánica} = 79.30 \% / 1.724$$

$$\langle \rangle \% C = 45.99 \%$$

Realizando el mismo procedimiento para las demás muestras. (Ver cuadros N° 05 y 06).

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

➤ ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CO₂ EN LA ESPECIE DE LA TOTORA EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL ALBUFERA DE MEDIO MUNDO

La biomasa determinada en peso seco se eleva a t C/ha multiplicándose por el factor que se determinó previamente el porcentaje de carbono en el laboratorio.

- **Determinación de la cantidad de carbono en la especie de Totora del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo:**

Especie de Totora parte aérea

ESPECIE DE FLORA TOTORA AÉREA	BIOMASA HERBÁCEA PESO FRESCO Kg./m ²	PESO FRESCO SUB MUESTRA gr.	PESO SECO SUB MUESTRA gr.	BIOMASA HERBÁCEA PESO SECO Kg./m ²	Factor de conversión	t C/ ha -1
1 año						
M1T-A	14.300	56.6076	13.4575	3.3996	0.42	14.278

De esta manera se procedió con cálculos de regla de tres simple y se llevó a t C/ha. (Cuadro N° 05).

Especie de Totora parte raíz

ESPECIE DE FLORA TOTORA RAIZ	BIOMASA HERBÁCEA PESO FRESCO Kg./0.0625m ²	PESO FRESCO SUB MUESTRA gr.	PESO SECO SUB MUESTRA gr.	BIOMASA HERBÁCEA PESO SECO Kg./0.0625m ²	Factor de conversión	t C/ ha -1
1 año						
M1T-A	0.765	45.6589	10.8547	0.1819	0.46	13.387

De esta manera se procedió con cálculos de regla de tres simple y se llevó a t C/ha. (Cuadros N° 06).

- **Estimación del Servicio Ambiental de Captura del Dióxido de carbono en la especie de la totora balsa de estudio del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo:**

Con los datos obtenidos en el cálculo del carbono se estima la captura de dióxido de carbono que realiza la especie de la totora balsa del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

- *Estimación del Servicio Ambiental de Captura del Dióxido de carbono en la especie de flora (totora) en estudio del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo:*

ESPECIE DE FLORA	Promedio t C/ha aérea	Promedio t C/ha raíz
TOTORA	15.25	13.82

Fuente: elaboración propia

Cuantificación del Dióxido de Carbono:

$$CO_2 = C \times Kr$$

Donde:

CO₂ : Toneladas de dióxido de carbono

C : Carbono

Kr : 44/12

Se tiene en una muestra 29.07 tC/ha se multiplica por el factor de conversión a Dióxido de Carbono por $(44/12) = 106.39 \text{ tCO}_2/\text{ha}$

Realizando el mismo procedimiento para las demás muestras. (Cuadro N° 11)

4.2 Contrastación de hipótesis

En la investigación se utilizaron los métodos mencionados en el capítulo III para determinar la captura y almacenamiento de carbono en la Totora “*Schoenoplectus californicus*” obteniendo que existe una relación significativa entre ambas variables, debido a la capacidad de absorción y retención de carbono que posee esta especie de planta,

la cual encontramos en gran cantidad en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

Mediante la utilización del mapa de cobertura vegetal se determinó que la totora “*Schoenoplectus californicus*” representa un 2.03% del total del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

La determinación de la biomasa es esencial en esta investigación para determinar la captura y almacenamiento de carbono, siendo influencia relevante para la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.

La parte de la raíz (cuadro N° 06) de la totora “*Schoenoplectus californicus*” captura mayor cantidad de carbono que la estructura foliar de la parte aérea (cuadro N° 05).

La parte aérea de la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo tiene mayor capacidad de captación de carbono, con un promedio de 15.25 t C/ha. (cuadro N° 07)

El carbono almacenado en la raíz de la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*” hasta los 25 cm. de profundidad, mostraron que su capacidad de captación de carbono es de 13.82 tC/ha (Cuadro N° 08). La relación biomasa foliar versus la biomasa de raíces fluctuó entre 1.5 hasta 2.5.

El total de carbono almacenado por la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*” (parte aérea y parte raíz), fue con 29.07 t C/ha. (Cuadro N° 09).

En la estimación del servicio ambiental de captura de CO₂ producido por la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo; se determinó que la parte aérea y raíz almacena un total de 106.39 t CO₂/ha (Cuadro N° 10).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

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

La biomasa en peso fresco de la totora al pasar por el proceso del calentamiento en la estufa a 75°C reduce en un 75% de su peso, siendo la biomasa en peso seco un 25% del peso fresco inicial.

En la investigación que realizó Palomino (2008) estimó que del total de carbono que capta la totora el 37.78% de carbono corresponde a la parte aérea, mientras que el 62.22% de carbono a la raíz para los Humedales de Puerto Viejo; mientras que en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo se obtuvo que el 52.46% de carbono corresponde a la parte aérea y 47.54% de carbono corresponde a la raíz de la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*”. Ambas investigaciones utilizaron el método de Titulación o Walkley y Black; la diferencia no es abismal, teniendo en cuenta que cada humedal tiene sus propias características ambientales y sociales.

El total de carbono almacenado por la totora “*Schoenoplectus californicus*” en toneladas por hectárea en promedio por los componentes evaluados es: parte aérea 15.25 tC/ha y raíz 13.82 tC/ha, siendo el almacenamiento de carbono 29.070 tC/ha y la cantidad de CO₂ capturado de 106.390 tCO₂/ha; estas cantidades solo serían lo que en promedio se obtiene de la totora “*Schoenoplectus californicus*” del ACRAMM que almacena y captura, mientras que Palomino (2008) estimó para la parte aérea de la totora 20.1 tC/ha y para la raíz de la totora 33.1 tC/ha. Sin embargo, para los Humedales de Puerto Viejo reporta que para la totora el almacenamiento de carbono es 28.9 tC/ha y de captura de CO₂ 73.7 tCO₂/ha; esta diferencia significativa en los valores encontrados puede considerar que en el ACRAMM la investigación sólo abarca parte aérea y raíz, y mientras que en la de los Humedales de Puerto Viejo abarcó parte aérea, raíz y datos del suelo.

Además, Aponte y Ramírez (2011), en un estudio de los humedales de la costa del Perú, donde incluyen a los Humedales de Puerto Viejo, Albufera de Medio Mundo y otros más, afirman que cada humedal tiene una complejidad de comunidades vegetales y presentan una estructura particular, la cual está relacionada con las actividades antrópicas de cada localidad circundante.

Hernández (2010), explica que los suelos de los humedales están saturados en agua que favorecen a la acumulación de carbono debido a que disminuye la velocidad de descomposición de la materia orgánica. Por otro lado, es de conocimiento que la vegetación con hojas en invierno y otoño al perder sus hojas, disminuyen su captura de carbono.

El ACRAMM almacena 29.07 tC/ha y captura por una hectárea de CO₂ 106.39 tCO₂. Determinándose la importancia de la totora “*Schoenoplectus californicus*” en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, ya que contribuyen con la reducción de las concentraciones de CO₂ en 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 el Área de Conservación Regional Albufera, por la falta de educación ambiental y/o concientización, la destrucción de este ecosistema liberará concentraciones de dióxido de carbono a la atmósfera que se tiene almacenado en su estructura vegetal. Además, estas especies proporcionan productos que poseen un valor económico 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.

A diferencias de otras especies que se encuentran en el ACRAMM, la variabilidad en la captura del carbono se podría atribuir a la dinámica existente en el humedal, los flujos y cercanías al espejo de agua, la situación de aprovechamiento o extracción, condiciones de suelo, entre otros; estas especies también son cortadas por los extractores, pero en menor cantidad a comparación del junco, en tanto se produce un nuevo almacenamiento de carbono en sus estructuras, cuando estas vuelven a crecer. Pero que esto puede variar si se realiza quema o una mala extracción de la totora.

Por último, es importante recordar que toda la planta al captar el CO₂ para realizar la fotosíntesis, almacena este gas de efecto invernadero como carbono dentro de su estructura, es decir se encuentra distribuido en las hojas, tallos, raíz y que con la descomposición de la necromasa llega a almacenarse en el suelo que ocupa dicha planta.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✓ Se ha identificado que los espacios que abarcan las especies de flora en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, de mayor a menor, siendo el más extenso el gramadal con 20.81% seguido por **la totora con 10.62% (totora balsa y totora enea)**, y el junco con 10.43%, siendo estas tres especies de flora las más representativas para esta área natural protegida.
- ✓ Se aprecia claramente la interrelación del agua en la función ecológica que presentan las especies de flora del Humedal evidenciada en las especies de 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.
- ✓ La totora “*Schoenoplectus californicus*”. presenta mayor cantidad de captura de carbono en su biomasa aérea; esto puede deberse a que esta especie en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo es cortada anualmente por lo tanto se produce un nuevo almacenamiento de carbono en su estructura conllevando a que la especie de valor artesanal, capte mayor cantidad de carbono.
- ✓ En la estimación del servicio ambiental de captura de CO₂, la especie de la totora capta 106.39 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.
- ✓ 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.

- ✓ La especie herbácea estudiada del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, 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 perdiera estas especies vegetales contribuirían al incremento del efecto invernadero, por ello es necesario el mantenimiento de estas especies de flora.
- ✓ 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”.
- ✓ Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo nos beneficia 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.

El humedal del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo (ACRAMM) actúa como sumidero de carbono por las siguientes conclusiones:

- ✓ El total de carbono almacenado por la especie de la totora “*Schoenoplectus californicus*” parte aérea y parte raíz fue con 29.07 t C/ha, y la cantidad de CO₂ capturado de 106.390 tCO₂/ha.
- ✓ La unidad de vegetación totoral es importante para la población aledaña, no solo por el aprovechamiento de este recurso, sino también por el servicio ambiental de la captura de carbono y sumidero. La actividad extractiva y artesanal promueven la captura de carbono, debido a que después de la extracción de la “totora”, con la artesanía, el carbono se encuentra almacenado en los materiales elaborados a base de esta planta, manteniendo el carbono como valor agregado.

6.2 Recomendaciones

- ✓ El nivel de carbono en la biomasa aérea de la especie estudiada indica que tiene los más altos valores de almacenaje de carbono en su estructura, y que corresponden a la especie de totora “*Schoenoplectus californicus*”, así como los beneficios ambientales y su valor de uso artesanal para la fabricación de diversas artesanías por ello es recomendable resembrarlos.

- ✓ 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.
- ✓ Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo constituyen un recurso de gran importancia económica, cultural, científica, recreativa y turística que debe ser conservado por los beneficios que posee.
- ✓ Se debe de conservar, respetar y revalorizar al Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo 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.
- ✓ Se recomienda que luego del procedimiento del corte de la fibra vegetal se recoja t los residuos, por ser ello causante de la aceleración de la eutroficación, conllevando a la disminución en área del espejo de agua. Todo este material de desecho y corte se debe utilizar para elaborar compost y humus de lombriz que son materias primas para mejorar la fertilidad de los suelos, este producto puede ser fácilmente comercializado, ampliando así la cadena de valor en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo.
- ✓ Se debe mejorar el sistema de comercialización de las artesanías de totora, bajo un sistema de difusión y promoción de las mismas, con el objeto de incrementar los ingresos de los artesanos que se dedican a esta actividad, ya que para la gran mayoría, esta actividad significa el 100% de sus ingresos.
- ✓ La Municipalidad del Centro Poblado de Medio Mundo, la Municipalidad Distrital de Végueta y el Gobierno Regional de Lima a través de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente, deben trabajar en conjunto para realizar campañas de limpieza en el Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo, 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.

- ✓ 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.
- ✓ Realizar estudios de la captura de carbono en las otras unidades de vegetación, para completar la información de captura de carbono de todo el humedal del ACRAMM.
- ✓ Es importante resaltar que el CO₂ no desaparece de la atmósfera, el humedal lo captura y almacena, por consiguiente, su conservación y manejo sostenible hace que el carbono no sea liberado o devuelto a la atmósfera como dióxido de carbono, producto principal de la quema forestal.
- ✓ Mejorar e incentivar la actividad extractiva, para evitar la quema en el humedal, ya que esta actividad provoca la pérdida del carbono almacenado, por lo que se recomienda que el aprovechamiento se realice mediante un plan de manejo dentro del ACRAMM, el cual sea fiscalizado por la jefatura del área y la autoridad competente en el recurso forestal, el Servicio Forestal y de Fauna Silvestre.
- ✓ Realizar una valoración socio-económica del ACRAMM, tomando en cuenta todos los servicios ambientales que este humedal proporciona.
- ✓ Realizar campañas de educación ambiental a todo nivel de educación, con la finalidad de concientizar y dar a conocer la importancia de la protección y conservación de los ecosistemas de humedales costeros en el país, especialmente en la zona de estudio.
- ✓ Realizar talleres específicos orientados a la capacitación a los artesanos sobre la extracción de la totora y la forma adecuada para un buen aprovechamiento del recurso.

REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- ✓ Aponte, H. & Cano, A. (2013). Estudio Florístico comparativo de seis humedales de la costa de Lima (Perú): Actualización y nuevos retos para su conservación. *Revista Latinoamericana de Conservación* Vol. 3(2):15-27p.
- ✓ Carbajal M. (2010). Investigación sobre la absorción de CO₂ por los cultivos más representativos. Ponencia-Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), febrero-Murcia.
- ✓ CMNUCC (1998). Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En: Informe de la Conferencia de las Partes sobre su tercer período de sesiones, celebrado en Kyoto del 1º al 11 de diciembre de 1997. Addendum. Segunda parte: Medidas adoptadas por la Conferencia de las Partes. Decisión 1/CP.3 (FCCC/CP/1997/7/Add.1.) CMNUCC, Bonn, Alemania.
- ✓ IPCC. (2005). IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 442 pp.
- ✓ IPCC. (2007). Cambio climático: 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 [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.
- ✓ Honorio, E.N. & Baker, T.R. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana/ Universidad de Leeds. Lima, 54 p.
- ✓ Medrano, Y. R., Chupan, M. & Vila, M. (2012). Almacenamiento De Carbono En Especies Predominantes de la Flora en el Lago Chinchaycocha. Universidad Continental. Apunt. Cienc. 2012, 02(02). Junín. 8p.

- ✓ MINAM (Ministerio de Ambiente) (2009a). Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la CMNUCC. Mayo- Lima.99p.
- ✓ Palomino, D. P. (2008). Estimación del servicio ambiental de la captura de CO2 en la flora de los humedales de puerto viejo. Revista del instituto de investigaciones de figmmg-UNMSM, 10(20), 11p.

7.2 Fuentes bibliográficas

- ✓ FAO (1995) *Cambio Climático, Bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto*. Roma, Italia.
- ✓ Ortega P. S. C., García G. A., Ruiz J. C., Sabogal J. y Vargas J. (eds) (2010) *Deforestación Evitada Una Guía REDD + Colombia*. Bogotá, Colombia.
- ✓ SIMBAÑA, A. 2001. *Centro Nacional de Fibras Naturales Proyecto SICA- MAG* Universidad Católica del Ecuador. Sede Ibarra.

7.3 Fuentes hemerográficas

- ✓ Carvajal, M., Alcaraz, L., Iglesias, M., Martínez, M.C & Mota, C. (2010). Investigación sobre la absorción de CO2 por los cultivos más representativos de la Región De Murcia. Departamento de Nutrición Vegetal. CEBAS-Consejo Superior de Investigaciones Científicas.30100-Espinardo, (Murcia), SPAIN. 1-45, 5p.

7.4 Fuentes electrónicas

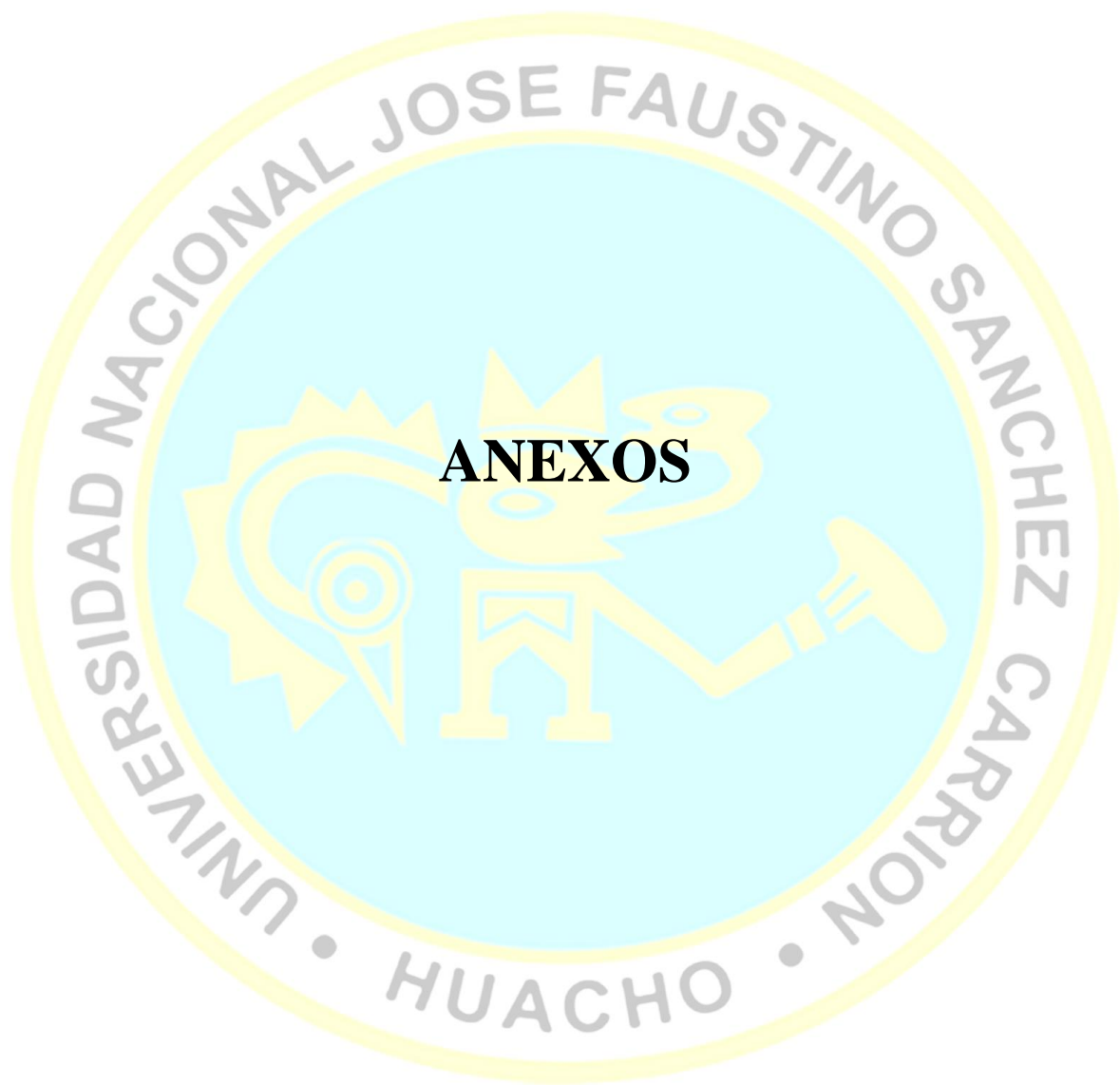
- ✓ Aponte H. (2009). Artículo Científico “El junco: clasificación, biología y gestión. Recuperado el día 01 de enero de 2009, de http://museohn.unmsm.edu.pe/docs/pub_dico/APONTE%202009.pdf
- ✓ Arango, C. B. (2012). Sumideros de carbono en el marco del Protocolo de Kioto. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/3851095.pdf>.
- ✓ Banco Mundial (2017). Emisiones de CO2 (toneladas métricas per cápita). Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos). Recuperado de:

https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC?cid=GPDes_27&end=2013&locations=PE&start=1960&view=chart

- ✓ CEPLAN (2017). Plan Bicentenario del Perú. El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, es un Organismo Técnico adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. Recuperado de: https://www.ceplan.gob.pe/documentos/_plan-bicentenario/
- ✓ FAO (2001). Situación de los bosques del mundo. Recuperado por: <http://www.fao.org/3/Y0900S/Y0900S00.htm>
- ✓ InspierAction (2016). Calentamiento global. Cambio climático. Por un mundo libre de pobreza. Madrid. Recuperado de: <https://www.inspiration.org/cambio-climatico>
- ✓ Libro de “Centrales termoeléctricas de biomasa”. RENOVATEC. Recuperado de: <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>
- ✓ May, G., Cerón, J. G., Bretón R. M., Guerra, J., & Amador, E. (2010). Estimación del potencial de captura de carbono en suelo de manglar de isla del Carmen. UNACAR, tecnociencia, 17p. Recuperado de: http://www.unacar.mx/contenido/tecnociencia/tecnociencia6/tema_3_estimacion_d_el_potencial.pdf
- ✓ MINAM (Ministerio de Ambiente) (2015). Estrategia Nacional ante el Cambio Climático 2015. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales. Abril 2015. San Isidro / Lima – Perú. 88p. Recuperado de: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/09/ENCC-FINAL-250915-web.pdf>
- ✓ MINAM (Ministerio de Ambiente) (2016). Glosario de Términos para la Formulación de Proyectos Ambientales. Recuperado de: <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/glosarioterminosambientales.pdf>.
- ✓ Palomino (2007). Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de puerto viejo. Recuperado por: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/800>
- ✓ Pérez et al. (2015). Cuantificación de la captura de CO₂ por la flora nativa de totora en un humedal costero en Perú. Recuperado en el año 2015, de: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/cuantificacion-captura-co2-flora-nativa.pdf>
- ✓ Plan Nacional de Acción Ambiental. Ministerio del Ambiente. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/08/plana_2011_al_2021.pdf

- ✓ Rodríguez, B. M., Mance, H., Barrera, R. X. & García, C. A. (2015). Cambio climático: Lo que está en juego. Segunda edición, octubre de 2015. Diseño e impresión: El Bando Creativo. Recuperado de: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/12047.pdf>
- ✓ Schlegel, B., Gayoso, J. & Guerra, J. (2001). Manual de procedimiento para inventarios de carbono en ecosistemas forestales, Universidad Austral de Chile-proyecto FONDEF. Recuperado de: <http://www.ccmss.org.mx/paises/chile/>
- ✓ Totorá "Typha". ECURED. Recuperado de: <https://www.ecured.cu/Typha>
- ✓ Uriarte, A. (2007). Sumideros de CO₂. En defensa del CO₂ y contra el alarmismo climático. Recuperado de: <https://antonuriarte.blogspot.pe/2007/08/sumideros-de-co2.html>







**ANEXO I:
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Foto N° 01:

Incendio forestal suscitado en el ACRAMM



Foto N° 02:

Aprovechamiento de la totora como sumidero de carbono



Foto N° 03:

Totora “*Schoenoplectus Californicus*”



Foto N° 04:

Los Humedales de Puerto Viejo



Foto N° 05:

Humedales: Mitigación ante el Cambio Climático





Cuadro N° 01:

Tipos de vegetación identificados en el ACRAMM

TIPOS VEGETACIÓN	SUB-UNIDADES	AREA (HA)	%	AREA TOTAL (HA)	%
I. JUNCAL	JUNCAL JUVENIL Y MADURO	37.42	5.44	71.72	10.43
	JUNCAL SENESCENTE	30.20	4.39		
	JUNCAL ASOCIADO	4.09	0.60		
II. CARRIZAL		3.53	0.51	3.53	0.51
III. GRAMADAL		143.09	20.81	143.09	20.81
IV. TOTORAL	TOTORA ENEA	59.11	8.60	73.06	10.62
	TOTORA Balsa	13.95	2.03		
V. MATORRAL		0.43	0.06	0.43	0.06
VI. VEGA		0.02	0.00	0.02	0.003
VII. SACOCORNIAL		1.09	0.16	1.09	0.16
VIII. AREA INTERVENIDA	CHEPICAL	1.29	0.19	1.61	0.23
	INSTALACIONES URBANAS Y CESPED URBANO	0.31	0.05		
VIII. OTROS	CUERPOS DE AGUA	206.91	30.09	206.91	30.09
	ARENAL	186.25	27.08	186.25	27.08
TOTAL		687.71	100.00	687.71	100.00

Cuadro N° 02:

Hábitat en el ACRAMM

Tipo de hábitat	Área (hectáreas)	Porcentaje del ACRAMM
Totorales y juncuales	154,65	22,49%
Asociaciones vegetales	79,51	11,56%
Gramadales	8,68	1,26%
Arenal	244,68	35,58%
Cuerpo de Agua	200,20	29,11%
Total	687,71	100.00%

Fuente: Plan Maestro 2015-2019 ACRAMM

Cuadro N° 03:

Inventario Nacional de GEI 2012 - Sectores

Sectores	Emisiones GEI 2012 [GgCO ₂ e]	Participación [%]
Energía	44,637.81	26.06%
Procesos Industriales	6,063.54	3.54%
Agricultura	26,043.68	15.20%
Uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura	86,741.95	50.63%
Desechos	7,822.59	4.57%
Total	171,309.57	100.00%

Fuente: Inventario Nacional de GEI 2012 - Sectores

Cuadro N° 05:

Determinación de las muestras de totora de la parte aérea en toneladas de Carbono capturado por hectárea

ESPECIE DE FLORA TOTORA AÉREA	BIOMASA HERBÁCEA PESO FRESCO	PESO FRESCO SUB MUESTRA	PESO SECO SUB MUESTRA	BIOMASA HERBÁCEA PESO SECO	Factor de conversión	t C/ ha -1
1 año	Kg./m2	gr.	gr.	Kg./m2		
M1T-A	14.300	56.6076	13.4575	3.3996	0.42	14.278
M2T-A	13.700	48.4002	13.6149	3.8538	0.42	16.186
M3T-A	14.100	59.1907	13.4968	3.2151	0.42	13.504
M4T-A	15.500	45.0098	11.7879	4.0594	0.42	17.049

Cuadro N° 06:

Determinación de las muestras de totora de la parte raíz en toneladas de Carbono capturado por hectárea

ESPECIE DE FLORA TOTORA RAIZ	BIOMASA HERBÁCEA PESO FRESCO	PESO FRESCO SUB MUESTRA	PESO SECO SUB MUESTRA	BIOMASA HERBÁCEA PESO SECO	Factor de conversión	t C/ ha -1
1 año	Kg./0.0625m2	gr.	gr.	Kg./0.0625m2		
M1T-A	0.765	45.6589	10.8547	0.1819	0.46	13.39
M2T-A	0.670	55.7890	15.6933	0.1885	0.46	13.87
M3T-A	0.890	49.1523	11.2078	0.2029	0.46	14.94
M4T-A	0.680	46.4016	12.1524	0.1781	0.46	13.11

Cuadro N° 07:

Captura de carbono de la parte aérea en tC/ha por la especie de la totora

TOTORA	t C/ha aérea	Promedio tC/ha aérea
M1T-A	14.278	15.25
M2T-A	16.186	
M3T-A	13.504	
M4T-A	17.049	

Cuadro N° 08:

Captura de carbono de la parte raíz en tC/ha por la especie de la totora

TOTORA	t C/ha raíz	Promedio tC/ha raíz
M1T-A	13.387	13.82
M2T-A	13.873	
M3T-A	14.933	
M4T-A	13.108	

Cuadro N° 09:

Captura de carbono total en la especie estudiada de la totora

TOTORA	t C/ha aérea	t C/ha raíz	t C/ha aérea + raíz	Promedio tC/ha aérea
M1T-A	14.278	13.387	27.665	29.070
M2T-A	16.186	13.873	30.059	
M3T-A	13.504	14.933	28.437	
M4T-A	17.049	13.108	30.157	

Cuadro N° 10:

Servicio ambiental de captura de CO₂ de la especie de totora

ESPECIES DE FLORA	t CO ₂ /ha
TOTORA	106.39

Cuadro N° 11:

Servicio ambiental de captura de CO₂ de la especie de la totora

ESPECIE DE FLORA	Promedio en t C/ha	Promedio en t CO ₂ /ha
TOTORA	29.07	106.39



**ANEXO III:
ÍNDICE DE IMÁGENES**

Imagen N° 01:

Mapa de ubicación del Área de Conservación Regional Albufera de Medio Mundo



Imagen N° 02:

Área del cuerpo de agua y flora en el ACRAMM



Imagen N° 03:

Biomasa

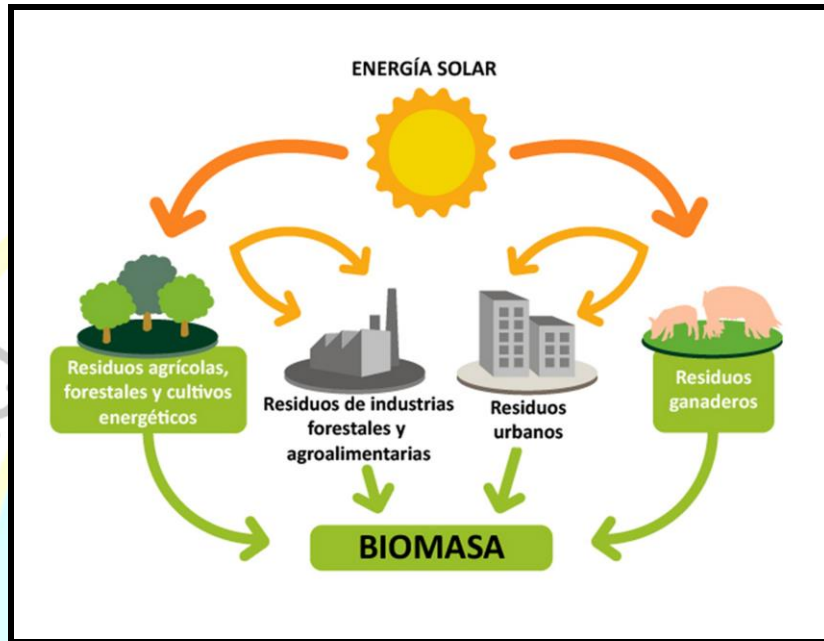


Imagen N° 04:

Estimación del ciclo mundial del carbono

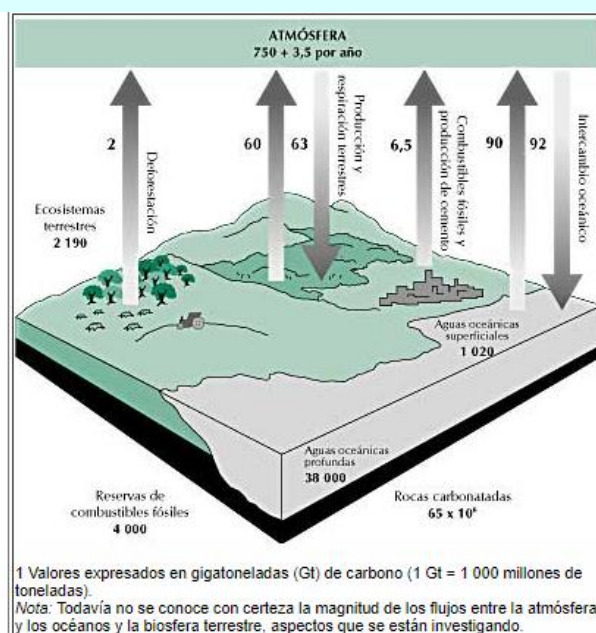


Imagen N° 05:

Tallo y parte área de la totora



Imagen N° 06:

Diagrama simplificado del efecto invernadero

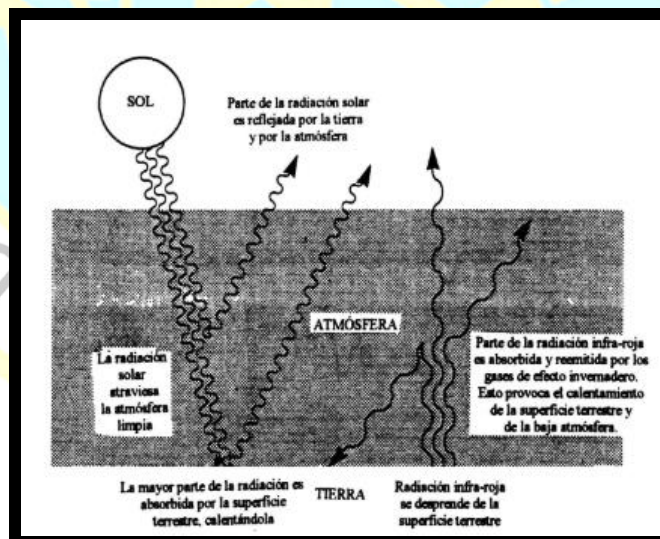


Imagen N° 07:

Cobertura Vegetal en el ACR AMM

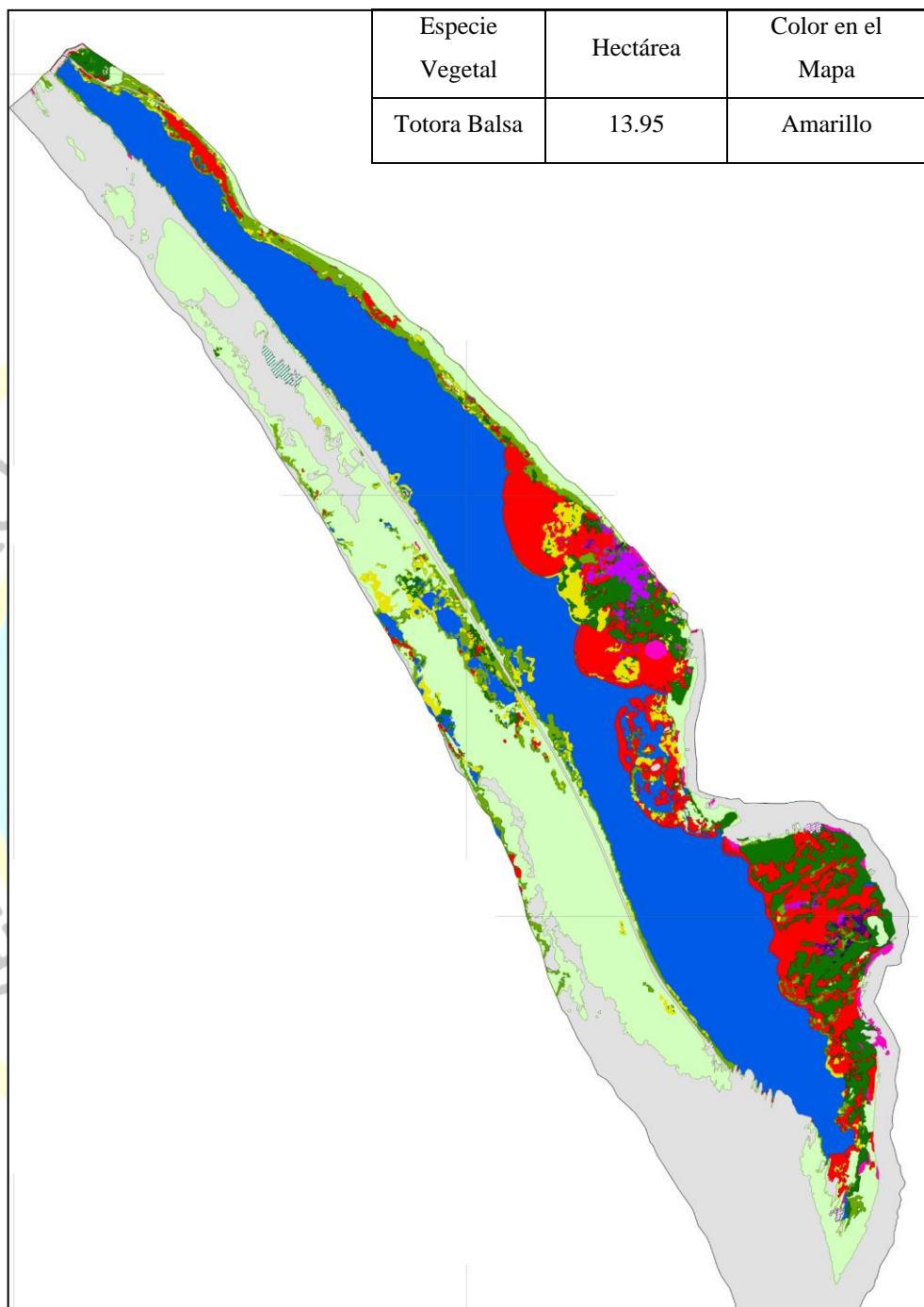
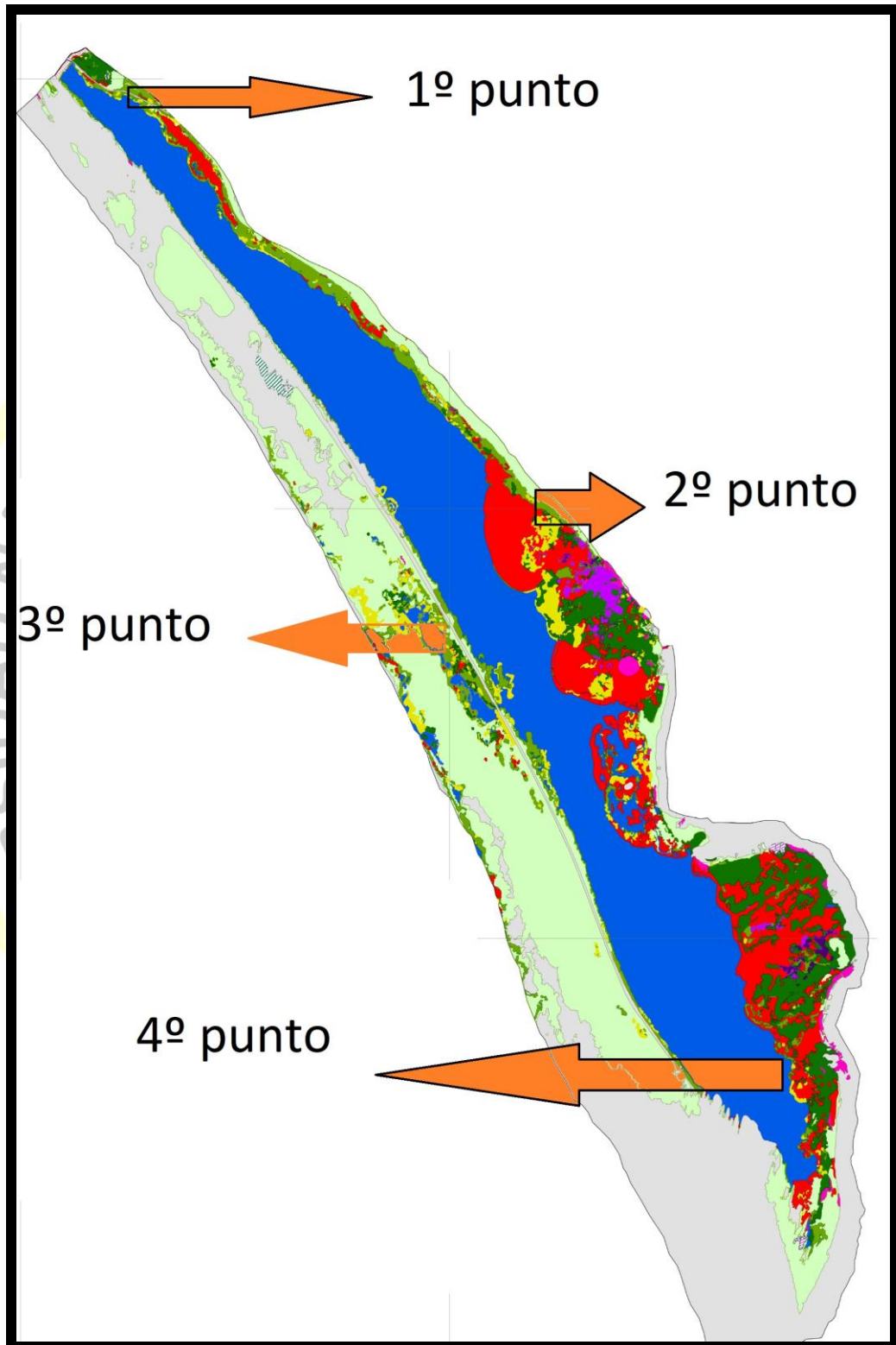


Imagen N° 08:

Puntos de muestreo de la totora "*Schoenoplectus Californicus*"





**ANEXO IV:
ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico N° 01:

Volumen de carbono terrestre por ecosistemas

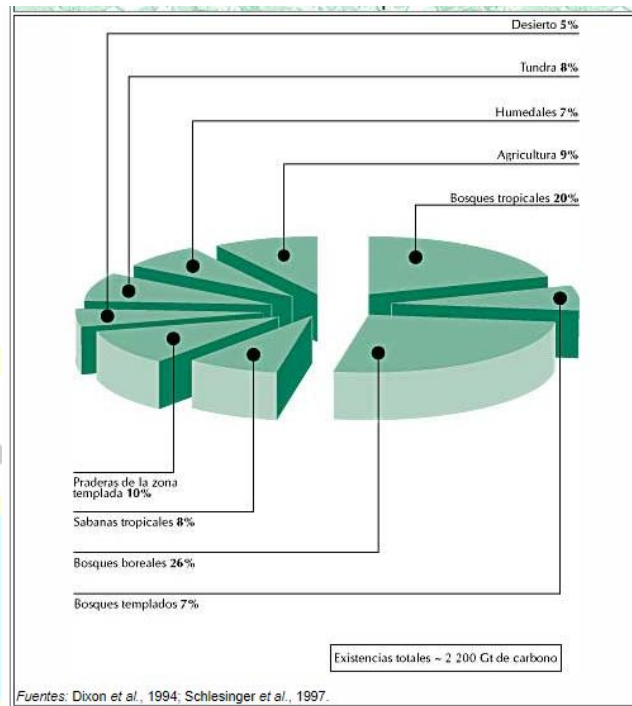
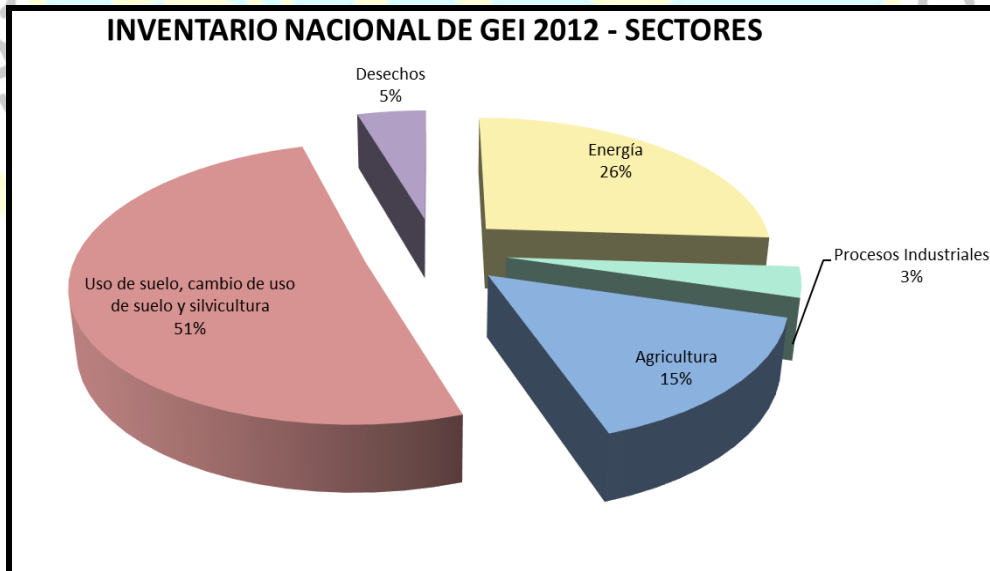


Gráfico N° 02:

Inventario Nacional de GEI 2012 – Sectores



M(o) EDWIN GUILLERMO GALVEZ TORRES
ASESOR

Dr. JOSÉ ANTONIO LEGUA CARDENAS
PRESIDENTE

Dr. JOSÉ VICENTE NUNJA GARCIA
SECRETARIO

Dr. LUIS ALBERTO CARDENAS SALDAÑA
VOCAL

