



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



**Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**Escuela de Posgrado**



**TESIS**

**ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CO<sub>2</sub> EN EL HUMEDAL  
CAUCATO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL ICA**

**Para optar el Grado de Doctorado en:  
GESTION AMBIENTAL**

**AUTOR**

**ORE RODRIGUEZ ERICSSON GLAUDER**

**ICA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

*A DIOS, inspirando mi espíritu para la culminación de esta tesis Doctoral, A mis padres quienes me dieron vida, educación, apoyo y consejos. A mi esposa, mis hijas(os) quienes sin su apoyo, comprensión y tolerancia no hubiera podido hacer esta tesis.*

### **AGRADECIMIENTO:**

*Mi gratitud eterna a **Dios** por guiar mis pasos al desarrollo de este proyecto de investigación, por su misericordia, bondad y bendiciones permitiéndome experimentar.*

*Expreso mi agradecimiento a mi esposa por su valiosa confianza, paciencia y apoyo a nivel personal y profesional, mis hijos y a mis padres motivación de mí existir.*

## INDICE

	<b>Pág</b>
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
CONTRACARATULA	x
INTRODUCCIÓN	xi
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	<b>13</b>
1.1. Antecedentes	13
1.1.1. Antecedentes internacionales	13
1.1.2. Antecedentes nacionales	14
1.1.3. Antecedentes locales	14
1.2. Bases Teóricas	15
1.2.1. Emisiones de CO <sub>2</sub> y cambio climático	15
1.2.2. Ciclo del carbono	17
1.2.3. Sumideros de CO <sub>2</sub>	17
1.2.4. Estimación de stock de carbono	19
1.2.5. Cambio climático y humedales	19
1.2.6. Humedales costeros y su importancia	20
1.2.7. Servicios ecosistémicos de humedales costeros	21
1.2.8. Composición florística de los humedales	22
1.2.9. Verificación de procesos en los árboles y bosques Que contribuyen a cambiar los niveles atmosféricos de GEI	23
1.2.10. Los bosques y su función en las reservas mundiales	24

de carbono	
1.2.11. Estrategias relacionadas al carbono	25
1.2.11. Contabilidad nacional del carbono	26
1.2.12. Secuestro del carbono	26
1.3. Marco Conceptual	27
1.4. Margo Legal	28
1.5. Marco Filosófico	29
<b>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>30</b>
2.1. Situación problemática	30
2.2. Formulación del problema	30
2.2.1. Problema General	30
2.2.2. Problema Específicos	31
2.3. Justificación e importancia	31
2.3.1. Justificación	31
2.3.2. Importancia	31
2.4. Objetivos de la investigación	32
2.4.1. Objetivos generales	32
2.4.2. Objetivos Específicos	32
2.5. Hipótesis de la investigación	32
2.5.1. Hipótesis general	32
2.5.2. Hipótesis específicos	32
2.6. Variables de investigación	33
2.6.1. Identificación de variables	33
2.6.2. Operacionalización de variables	33
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>34</b>
3.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	34
3.2. Población y muestra	34
3.2.1. Método para determinar del contenido de carbono	34

en las especies de flora	
3.2.2. Método para determinar las reservas de carbono	36
3.2.3. Método para la identificación del Factor de Conversión de carbono en el Laboratorio	37
3.2.4. Determinación de la población y muestra	39
3.2.5. Identificación de las especies de Flora	39
3.2.6. Tratamiento de la muestra	40
<b>CAPÍTULO IV: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
4.1. Técnica de recolección de datos	41
4.2. Instrumentos de recolección de datos	42
4.3. Técnica de procesamiento, análisis e interpretación de Resultados	43
<b>CAPÍTULO V: CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS</b>	<b>44</b>
5.1. Determinar las reservas de carbono	44
5.1.1. Muestra de las especies de Flora del Humedal Caucato-parte área	44
5.1.2. Muestra de la Flora del Humedad Caucato-parte raíz	47
5.1.3. Muestras de suelo de especies de flora del Humedal Caucato	49
5.2. Identificación del factor de conversión de carbono en el Laboratorio de las especies de flora del Humedal Caucato	51
5.2.1. Método de Walkley y Black	51
5.2.2. Método Calorimétrico	55
5.3. Valoración del servicio ambiental de captura del CO <sub>2</sub> en la Flora en estudio del Humedal Caucato	58
5.3.1. Determinación de la cantidad de carbono en las especies de flora del Humedal Caucato	58
5.3.2. Valoración del servicio ambiental de captura de Dióxido de	59

<b>CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>61</b>
6.1. Presentación e interpretación de resultados	61
6.2. Discusión de resultados	62
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
FUENTES DE INFORMACIÓN	68
ANEXOS	72

## RESUMEN

El Perú uno de los países con inmensa biodiversidad en la Tierra, caracterizada por ecosistemas diversa en especies y genética. El hombre con sus actividades es uno de los factores de variaciones en los sistemas naturales; cambio climático global por incremento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que es un gas de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera.

Convención Ramsar (1972); humedales son sumideros de carbono y la degradación de los humedales liberará grandes cantidades de dióxido de carbono contribuyendo al aumento de la temperatura mundial. En nuestro país existen 10 humedales protegidos por esta Convención, pero también existen otros importantes humedales como: El Humedal Caucato en Pisco ubicado en el distrito de San Clemente, Provincia de Pisco, Departamento de Ica.

La captura del CO<sub>2</sub> se realizó de las especie de flora predominante como la “grama salada” (*Paspalum vaginatum Swartz*), la “Salicornia” (*Salicornia fruticosa Linneo*), la “totora” (*Schoenoplectus californicus*), y el “junco” (*Scirpus americanus*), cuantificándose la cantidad de carbono almacenado en esta biomasa específicamente en la parte aérea, radicular y suelo. Asimismo, potenciar la captura del CO<sub>2</sub> de las especies en mención, las características propias del Humedal Caucato a la vez conocer la perdida de estas reservas de carbono por quema o cambio de uso para fines agrícolas o urbanos. Se establecieron aleatoriamente 5 transectos, se tomó muestras de flora; estableciéndose cuadrantes al azar para cuantificar la biomasa herbácea del humedal Caucato.

**Palabras claves:** Humedales, captura de Co<sub>2</sub>, dióxido de carbono, área de conservación regional.

## SUMMARY

Peru one of the twelve countries with the greatest biodiversity on Earth, characterized by its diverse ecosystems, species and genetics. Human activities causes changes in natural systems; global climate change that consists of increase in the average temperature of the planet by increasing levels of greenhouse gases (GHG) into the atmosphere, especially carbon dioxide (CO<sub>2</sub>).

According to the Ramsar (1972) convention; Wetlands are carbon sinks and degradation of wetlands releasing large amounts of carbon dioxide contributing to the rise in global temperature. In Peru there are 10 wetlands protected by the Ramsar Convention. However, there are other important wetlands such as the Caucato Wetland in Pisco that is located in the district of San Clemente, Province of Pisco, Department of Ica.

In the investigation the CO<sub>2</sub> capture of the predominant flora species was estimated being the “salty grass” (*Paspalum vaginatum* Swartz), the “Salicornia” (*Salicornia fruticosa* Linneo) and the artisan value species such as the “totora” (*Schoenoplectus californicus*), and the “junco ” (*Scirpus americanus*), quantifying the amount of carbon stored in order to know the potential of capture of CO<sub>2</sub> of the species in characteristics, characteristics characteristic of the Caucato Wetland, at the same time know the loss of these carbon reserves by burning or change of use for agricultural or urban purposes Carbon sequestration occurs in the aerial, root and soil part biomass In each of these species 5 transects were randomly established, where the flora samples were found within these transects quadrants were established also random to quantify the herbaceous biomass of the Caucato wetland.

**Keywords:** wetlands, CO<sub>2</sub> capture, carbon dioxide, regional conservation area.

**DOCTORADO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**TESIS**

**ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CO<sub>2</sub> EN EL HUMEDAL  
CAUCATO DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL ICA.**

**AUTOR:**

**ORE RODRIGUEZ ERICSSON GLAUDER**

**ASESOR:**

## INTRODUCCIÓN

La mitigación es disminuir las emisiones y conocer los ecosistemas que realizan la captura de CO<sub>2</sub>, estos ecosistemas también pueden actuar como sumideros pudiendo disminuir la concentración CO<sub>2</sub> en la atmosfera (Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2006). Por ello, es importante tener estimaciones precisas de carbono fijado en los ecosistemas, las tasas a las que se producen esta fijación, identificar las fuentes, cuáles son los sumideros de carbono y evaluar las respuestas a cambios ambientales para su optimización de captura y conservación (Azevedo, 2014).

El Perú está inmerso en la disminución de las emisiones, porque también cuenta con humedales y forma parte de la convención RAMSAR, el desarrollo del presente trabajo nos permitirá aplicar los conceptos teóricos recibidos con objeto de conocer la valoración de captura de CO<sub>2</sub> en el humedal Caucato de Pisco.

En el Capítulo I, del marco teórico, permitió adquirir conocimiento y ver experiencias para el desarrollo de la tesis con los antecedentes sobre otras tesis, bases teóricas que se describe en diversas concepciones teóricas de los variables que serán objeto de estudio de la investigación así, como el marco legal con el propósito de dar cumplimiento a las normas ambientales existentes pasando al marco conceptual.

En el capítulo II, se da el Planteamiento del problema, para pasar a formular el problema General y Específicos de la investigación, con una justificación e importancia que conlleva este trabajo, teniendo presente los objetivos e hipótesis correspondiente que motivo nuestra investigación con sus respectivas variables.

En el capítulo III, se da la metodología de la investigación teniendo en cuenta el tipo y diseño de esta investigación determinándose la población y el tamaño de la muestra.

En el capítulo IV, de los instrumentos de investigación, recopilación de datos a través de instrumento para el procesamientos de los mismos, necesaria para la captura de CO<sub>2</sub> en el humedal Caucato del área de conservación regional Ica.

Finalmente el capítulo 5, Conclusiones y recomendaciones

# CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

## 1.1. ANTECEDENTES

A continuación, presentaremos los resultados de algunos estudios realizados, donde se observan las conclusiones de las investigaciones sobre el tema.

### 1.1.1. Antecedentes Internacionales

**Solaun**, (2013), realizó un estudio en las costas españolas del mar Mediterráneo evaluando el valor del Blue Carbón (carbono capturado por ecosistemas marino costero), Observando lo que se evitó emitir así como lo que se acumuló en la atmósfera, en zonas de protección de la Posidonia oceánica frente a las prácticas de pesca de arrastre. Los resultados ponen en manifiesto que cuando las praderas mediterráneas son destruidas, el CO<sub>2</sub> es liberado a la atmósfera, el cual puede ser más de 500t CO<sub>2</sub>/ha y la privación de la capacidad de secuestro por la muerte de estos organismos sería de aproximadamente 4t CO<sub>2</sub>/ha/año. Los beneficios netos de la protección lo valoraron en entre 1,700 y 10,400€/ha/año, aunque esto va dependiendo del precio del carbono en los mercados.

### 1.1.2. Antecedentes Nacionales

**Pérez et al.**, (2015), cuantificaron la captura de CO<sub>2</sub> de la flora nativa de totora (*Schoenoplectus californicus*), en los humedales de Villa María, en la costa del Perú. Delimitaron el área representativa para evitar zonas heterogéneas y efectuaron muestreos aleatorios de 1m<sup>2</sup> de la parte aérea y de la raíz para determinar la biomasa. Determinaron el contenido de carbono de la estructura vegetal por

el método de “Walkley y Black” y la captura de CO<sub>2</sub>, mediante el “factor de conversión de C a CO<sub>2</sub>”. Concluyendo que uno de los servicios al medio ambiente de los humedales es que actúan en la captación de CO<sub>2</sub>

**Aponte y Cano**, (2013), estudiaron la composición florística de la flora de seis humedales de la costa del departamento de Lima (los humedales de Puerto Viejo, pantanos de Villa, humedales de Ventanilla, humedales de Santa Rosa, laguna El Paraíso y las Albuferas de Medio Mundo); reportando un total de 123 especies como la “tatora” (*Schoenoplectus californicus*), “junco” (*Scirpus americanus*), la “grama salada” (*Paspalum vaginatum*) y “salicornia” *Salicornia neei* en los seis humedales. Los resultados demostraron la importancia de estos humedales como fuentes de diversidad florística y de recursos naturales.

**Baldoceda**, R., (2001), “*Valoración Económica del Servicio Ambiental de Captura de CO<sub>2</sub> en la Zona de Neshuya – Curimáná (Pucallpa)*”. El ámbito de intervención fue asentamiento rural de la carretera Neshuya - Curimana (350 familias) dedicadas a la agricultura. La metodología que utilizó se basó en el protocolo de levantamiento de vegetación en bosques secundarios (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE). Conclusión: La tasa de secuestro promedio fue de 9,26 t C ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

**Chambi, P (2001)**. Utilizó simulación aplicada para la captura de Carbono en la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios y zonas boscosas, Norte de Puno y Quispincanchis de Cuzco. El área estudiada fue de 2 448 000 has. Estimo la biomasa por encima del suelo de los diferentes componentes del bosque, para la determinación del secuestro potencial de carbono. Utilizó la

metodología aplicada para su investigación desarrollada por la Fundación Solar (Guatemala 2000).

### **1.1.3. Antecedentes Locales:**

No existe por el momento ninguna investigación sobre Tema.

## **1.2. BASES TEÓRICAS**

### **1.2.1. Emisiones de CO<sub>2</sub> y cambio climático**

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), conocido como bióxido de carbono y anhídrido carbónico, gas responsable del efecto invernadero, proceso natural, hace que la temperatura de la tierra se mantenga, el exceso de CO<sub>2</sub>, ocasiona el efecto invernadero. (Alcatara & Padilla, 2005). Hoy en día, el exceso de CO<sub>2</sub> modifica en balance final del ciclo de carbono, influyendo directamente sobre las condiciones climáticas (Carbajal, 2010).

La situación se agrava con la existencia de aportación antropogénica resultante combustión de combustibles fósiles y otra actividades, cuyo principal producto es CO<sub>2</sub>, representa un flujo neto de 6,4 Gt.C al año a la atmosfera, con un crecimiento anual del 1,5% (Maser, 2006).

Los gases del efecto invernadero (GEI) tiene diferente capacidad de atrapar el calor solar. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es el gas más conocido y mayor causante del efecto invernadero, por la gran cantidad que es producida. También están otros siete principales como: el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los fluorocarbonados (CCL<sub>2</sub>F<sub>2</sub>), los hidroflocarbonados (CCl<sub>2</sub> F<sub>2</sub>), el perfloroetano (C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>), el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y el vapor de agua (Rodríguez et al., 2015).

### a) Inventario de emisión de CO<sub>2</sub> en el Perú

Las emisiones crecieron de 98,8 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 1994, hasta 120 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en el año 2000 y en el 2013 se llegó a emitir 1,87 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> (MINAM, 2009; Banco Mundial, 2017) (Figura 1). Así mismo, en el informe se considera que la principal fuente de emisiones es la deforestación, que genera 110 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

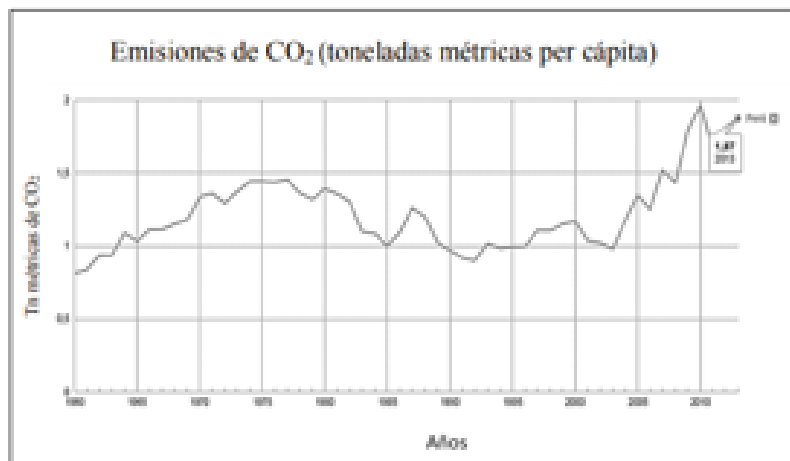


Figura 1: Emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas métricas per cápita del Perú.

Fuente: Banco Mundial-Centro de Análisis de Información sobre Dióxido de Carbono, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos) (2017).

### b) Vulnerabilidad del Perú frente al cambio climático

La vulnerabilidad climática es la susceptibilidad de un territorio, variada según su exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa al cambio climático” (MINAM, 2016).

El cambio climático genera importantes consecuencias económicas para nuestro país y su afectación será la población más pobre. Las razones principales que el 90% de la población habita en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas; un porcentaje está dedicada a la agricultura,

pesca y otras labores afectadas directamente por el clima; existe un alto porcentaje de pobreza y extrema pobreza, con mínimas posibilidades de adaptación; y la mayor parte de la energía se genera a través de centrales hidroeléctricas (MINAM, 2016, CEPLAN, 2017).

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

### **1.2.2. Ciclo del carbono**

El ciclo del carbono, ciclo biogeoquímico donde el carbono se intercambia entre la biosfera, litosfera, hidrosfera y atmósfera de la Tierra (Pérez *et al.*, 2015). El ciclo del carbono está conformado por cuatro reservorios interconectados por rutas de intercambio (atmósfera, océanos, organismos marítimos y la materia no viva), los sedimentos (los combustibles fósiles) y la biosfera terrestre. Los movimientos en el año de carbono entre reservorios ocurren debido a varios procesos químicos, físicos, geológicos y biológicos (Raisman & Gonzales, 2007).

### **1.2.3. Sumideros de CO<sub>2</sub>**

El sumidero es todo un sistema o proceso que se extrae de la atmósfera gas o gases y se almacena. Se usa este término para

los bosques en el papel de la captura del CO<sub>2</sub> de la atmósfera y la consiguiente reducción del efecto invernadero (Carvajal et al., 2010). Un sumidero de CO<sub>2</sub> es aquella zona terrestre en donde al aire se le escapa el CO<sub>2</sub>. El aire lo pierde, y es allí donde la absorción fotosintética de las hojas es mayor que la emisión de CO<sub>2</sub> que resulta de la respiración y la descomposición de estas (Uriarte, 2007).

Según Arango (2012), Los sumideros pueden ser:

**Naturales:** los principales sumideros naturales son: Los árboles, el plancton oceánico y las turberas, esenciales para el ciclo de carbono.

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 de las plantas muertas. Las plantaciones jóvenes capturan mayor cantidad de carbono que los bosques primarios y/o maduros con capacidad de conversión de CO atmosférico a biomasa. Los bosques primarios son almacenes grandes de carbono, pero no sumideros, porque no hay flujo de carbono hacia la atmósfera y viceversa; lo opuesto ocurre con los bosques secundarios, en los que existe un flujo de carbono más dinámico, por estar en crecimiento (MINAM, 2010).

**Artificiales:** La fijación artificial del carbono, primero es capturado y luego almacenado por diferentes medios (Arango, 2012). La captación y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (CAC) es una opción de medición de mitigación para establecer las concentraciones de gases de efecto invernadero, proceso de la separación del CO<sub>2</sub> emitido por la industria y fuentes energéticas, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo (IPCC, 2005).

#### **1.2.4. Estimación de stock de carbono**

La valoración del carbono acumulado en los ecosistemas, usan los inventarios de carbono, para contabilizar el carbono fijo al momento de las mediciones. Estos deben ser confiables, basándose en procedimientos y principios aceptados de inventario, muestreos y ciencias del suelo (Schlegel, Gayoso & Guerra, 2001). Las unidades usadas en 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), las metodologías que existen a nivel internacional y nacional para cuantificar el carbono y CO<sub>2</sub>, en sistemas agroforestales, cultivos, bosques, sotobosque, suelos, etc. La metodología IPCC, para proyectos de reforestación y forestación, y el TÜV SÜD Industrie para proyectos de reducción de emisiones derivados de la deforestación en países en desarrollo (REDD). Estas metodologías se refieren a como cuantificar el stock de carbono para la línea de proyectos. Las metodologías desarrolladas por instituciones internacionales para el inventario de CO, siguen principios de un inventario forestal, determinación de fuentes y cálculo del carbono en las fuentes (MINAM, 2009a).

#### **1.2.5. Cambio climático y humedales**

El papel importante de los humedales es el secuestro y almacenamiento de carbono (RAMSAR, 2010).

La pérdida de humedales empeora el cambio climático y hace que los humanos sean más vulnerables a sus impactos, como: inundaciones, sequías y hambruna. Se hace más notorio los efectos del cambio climático en forma de alteraciones de la distribución y disponibilidad del agua, así como en mayores presiones sobre la salud de los humedales (Hernández, 2010).

La restauración y el mantenimiento de los ciclos hidrológicos de los humedales son importantes como respuesta a 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). Observamos que los humedales costeros desempeñan estrategias establecidas para abordar en las zonas costeras los problemas derivados de la elevación del nivel del mar. Es importante que los encargados 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).

Si los humedales funcionan podrán responder al cambio climático y regular los procesos climáticos naturales. Es decir, la conservación y uso racional de los 28 humedales reducirían los posibles efectos económicos, sociales y ecológicos negativos (RAMSAR, 2010; Cuellar *et al.*, 2015).

#### **1.2.6. Humedales de la costa y su importancia**

Los Humedales son áreas inundadas o inundables pueden ser permanente o temporalmente, el cuerpo de agua está cerca de la superficie, observándose interacciones complejas entre agua y tierra. Es ecosistemas ni terrestres ni acuáticos se encuentran entre ambos paisajes (RAMSAR, 2014).

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, 29 recreación, educación e investigación, entre otros (Wetlands International, 2010; Guzmán, 2004). Los humedales es un ecosistema más productivo del mundo (Barbier *et al.*, 1997).

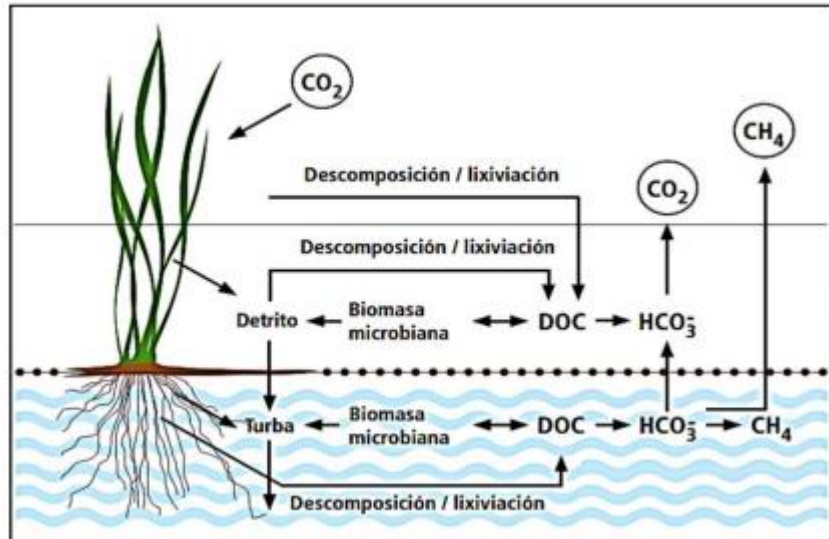
Los humedales brindan muchos beneficios o "servicios ecosistémicos", como suministro de agua dulce, alimentos e insumo de construcción y biodiversidad, y el control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático (RAMSAR, 2010). Además de ello, realizan el secuestro de carbono (biomasa y suelo) y aunque ocupan el 4-6% de la superficie de la tierra, albergan el 20-25% del carbono del planeta almacenado en los suelos (350-535 Gt.) (Hernández, 2010).

#### **1.2.7. Servicios ecosistémicos de humedales costeros**

Los humedales costeros juegan un rol muy importante en el planeta (Arellano *et al.*, 2015), los principales servicios ecosistémicos: Protegen la costa, atenúa y/o disipa las olas, amortigua vientos, controla 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. (Wetlands International, 2010; Guzmán, 2004).

**Figura 2: Flujo y almacenamiento de carbono en humedales**



. Fuente: Adaptado de Reddy 2008 citado por Arellano, 2015.

### 1.2.8. Composición florística de los humedales

Los humedales tienen vegetación típica son plantas que poseen unas adaptaciones morfológicas o fisiológicas que les permiten crecer y sobrevivir en agua o en suelos que periódicamente tengan condiciones anaeróbicas, estas tienen el nombre de hidrófitas, dichas plantas tienen unas estrategias reproductivas únicas que les permiten desarrollarse en este tipo de ambiente. (Ramírez, 2006)

En seis humedales costeros del Perú y del mundo. Son monocotiledóneas del 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, luego 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).

**Figura 3: “Junco” (Schoenoplectus americanus).**



#### **1.2.9. Verificación de procesos en los árboles y bosques que contribuyen a cambiar los niveles atmosféricos de GEI**

Las plantas con clorofila absorben el CO<sub>2</sub> de la atmósfera por medio de la fotosíntesis. El carbono se deposita en: follaje, tallos, sistemas radiculares, tejido leñoso de troncos y ramas principales de los árboles. Los bosques son almacenes de carbono.

Se estima que los bosques del planeta tienen más del 80% de C el 40% del C en el subsuelo terrestre (suelo, desperdicios y raíces). Esto equivale a 1,146 GtC. siendo el 37% de este CO están en los bosques (tropicales) de baja latitud, 14% en los bosques de tipo templados (media latitud) y 49% en los bosques de alta latitud (Dixon *et al.*, 1994).

### **Los árboles y bosques absorben CO de la superficie de la tierra en diferentes cantidades durante distintas fases de su vida**

Los árboles y bosques absorben cantidad de C en una función de su crecimiento y edad; cuando son jóvenes y crecen rápidamente absorben grandes cantidades de C. Cuando se acercan a la madurez y los índices de crecimiento disminuyen, la absorción neta de C disminuye. Los bosques adultos, si no tienen perturbaciones, se convierten en depósitos de C, pero no son sumideros netos de carbono.

#### **1.2.10. Los bosques y su función en las reservas mundiales de Carbono**

En los ecosistemas forestales se almacena el volumen de carbono por la absorción de CO<sub>2</sub> atmosférico y su asimilación en la biomasa. En el suelo, en los residuos vegetales de los ecosistemas forestales, se almacena el carbono que constituyendo un porcentaje mayoritario de las reservas de C. El 80 y 90 % de C, que existe en los ecosistemas boreales está almacenado como materia orgánica del suelo, en los bosques tropicales está distribuido en la vegetación y el suelo en partes iguales. La diferencia de estos valores es la temperatura en los índices relativos de producción y descomposición de la materia orgánica.

La materia orgánica del suelo se acumula en las latitudes altas, porque rápidamente en relación a su descomposición. Lo que no sucede en las latitudes bajas donde las temperaturas son cálidas y facilita la rapidez de descomposición de la materia orgánica del suelo y el reciclado de nutrientes.

#### **1.2.11. Estrategias relacionadas al Carbono en bosques**

Estas estrategias son:

##### **a) Absorción de Carbono**

Consiste en aumentar la tasa de acumulación de carbono a través de la formación o ampliando sumideros de carbono.

Los índices normales de absorción, expresados en toneladas de carbono (t C) por hectárea y año, son de 0,8 a 2,4 t C en los bosques boreales de 0,7 a 7,5 t C en las zonas templadas y de 3,2 a 10 t C en los trópicos. (Brown *et al.*, 1996).

##### **b) Conservación del Carbono**

Consiste en evitar o minimizar la emisión de carbono existente en los actuales sumideros. El potencial de conservación de carbono, si se frenara por completo la deforestación se conservaría de 1,2 a 2,2 Gt de carbono anuales (Dixon *et al.*, 1993).

##### **c) Sustitución del Carbono**

Consiste en disminuir la demanda de combustible fósil aumentando el uso de madera, por productos de madera duraderos o sustituirlos por acero y el cemento. Si se sustituye el biocombustible por la energía de combustibles fósiles, a la atmósfera se liberaría 1,1 Gt de C/año.

### **1.2.12. Contabilidad Nacional del Carbono**

A nivel nacional las emisiones o la absorción de carbono en bosques, anualmente se contabiliza con la unidad en toneladas de CO<sub>2</sub> liberado o retenido.

### **1.2.13. Secuestro de Carbono**

Se relaciona con almacenar reservas de carbono en suelos, bosques y otros tipos de vegetación.

#### **Métodos para secuestrar el carbono**

Las propuestas recientes para secuestrar CO<sub>2</sub>:

- Disparar torpedos de hielo seco en las profundidades del océano.
- Construcción de autos a partir de C.
- En fondos marinos enterrar troncos o restos orgánicos.
- Plantar extensas áreas con organismos genéticamente modificados para fijar carbono o producir "bioplástico".
- Establecer granjas flotantes de algas, que son más pesadas por el consumo de CO<sub>2</sub> y se hundirán en el fondo del océano.

## **1.3. Marco Conceptual**

### **Almacenamiento de carbono**

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

### **Biomasa**

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

## **Cambio Climático Global**

Es un cambio que le es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la atmosfera, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo (Mogens, 2006).

## **Carbono**

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

## **Captura de carbono**

Extracción y Almacenamiento del carbono de la atmósfera en sumideros de carbono como los océanos, los bosques a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. (Greenfacts, 2006).

## **Dióxido de carbono**

Gas incoloro, inodoro y con un ligero sabor ácido. De fórmula  $\text{CO}_2$ , formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno (Lino, 2009).

## **Emisión**

La emisión es la concentración de contaminantes que vierte un foco determinado, se mide a la salida del foco emisor. (Orozco, Pérez, Gonzales, & Rodríguez, 2003).

## **Secuestro de carbono**

Es el retiro de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera para fijarlo o almacenarlo en un depósito de carbono (Gonzales et al. 2006). Proceso bioquímico mediante el cual el  $\text{CO}_2$  atmosférico es absorbido y fijado por la biomasa vegetal como resultado de la fotosíntesis (Lino, 2009).

### **Sumidero de carbono**

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

### **Valoración económica**

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

## **1.4. Marco Legal**

**Constitución Política del Perú, 1993.**

**Decreto Supremo N° 004-2015-MINAM-** Se actualiza la “Estrategia Nacional de Humedales” (acorde con los nuevos retos de la gestión de la diversidad biológica en los ecosistemas de humedales, en beneficio de los pueblos indígenas, poblaciones locales y, en general del país).

**Resolución Ministerial N° 247-2015-MINAM.** “Plan Anual de Transferencia de Competencias Sectoriales a los Gobiernos Regionales y Locales y Desarrollo de la Gestión Ambiental Descentralizada del año 2015 del Ministerio del Ambiente”

**Resolución Ministerial N° 248-2015-MINAM** Lineamientos para la Designación de Sitios RAMSAR (Humedales de Importancia Internacional)

**Resolución Jefatural N° 054-96-INRENA** Aprueba la “Estrategia Nacional para la Conservación de Humedales en el Perú” (instrumento de gestión, planificación y orientación para la conservación y uso racional de los humedales en el Perú, a fin de asegurar y contribuir con sus objetivos).

### **1.5. Marco Filosófico**

Zayas (2010), indica que: “El paradigma son esquemas mentales teóricos a cerca de la percepción de las cosas enfocadas a un carácter científico”. El proceso de investigación científica está influido por las tendencias epistemológicas actuales y polémicas existentes al respecto.

El término epistemología del griego “epistémé =ciencia”, conocimiento y (logos) estudio o teoría, por lo que la epistemología se ocupa del estudio de los procesos del conocimiento en este caso en función del cuidado ambiental, minimizar la contaminación ambiental y problemas de salud. Esta investigación corresponde a un paradigma positivista orientada a una investigación lógica, formulación de hipótesis, su verificación y la predicción a partir de las mismas, la valoración del experimento, el uso de métodos cuantitativos y de técnicas estadísticas para el procesamiento de la información, asimismo, la negación o trata descartar la subjetividad del investigador y los elementos axiológico e ideológicos presentes en la ciencia, forma la conciencia social. Es de importancia el debate científico sea sobre esta temática buscar elementos comunes y enfrentar las contradicciones, aun las más insolubles, en la búsqueda del conocimiento; ser fiel a los principios de la ciencia, y he ir a favor de la verdad, lo que pasa por la posibilidad de conocer y transformar la naturaleza y la sociedad.

## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 Situación problemática**

La explosión demográfica ha derivado en amenazas para los humedales por lo tanto, su desaparición generaría la extinción de sus funciones ecológicas. Específicamente el humedal del Caucato; que está siendo afectado para satisfacer los requerimientos de la población, para alimentación, emplazamiento de centros urbanos, pasturas de animales; porque desconocen el valor de su beneficio ambiental y por lo tanto, sus servicios ambientales. Por lo que, las especies de flora predominantes y de valor artesanal del Humedal Caucato; reducen las concentraciones del CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

### **2.2 Formulación del Problema**

Las diferentes acciones antropogénicas y las fuentes naturales producen el incremento de las concentraciones del CO<sub>2</sub> y los GEI, con el consiguiente aumento de la temperatura atmosférica que ha derivado en el calentamiento global. Por lo tanto, el cambio climático, producirá impactos en la población, en el ambiente, sectores productivos, etc. Debido a estos impactos ambientales las especies de flora predominantes y de valor artesanal del Humedal del Caucato-Pisco, que aportan servicios ambientales resultarán impactados.

#### **2.2.1 Problema general**

La presente investigación responde a la siguiente pregunta:

¿Cuál es el potencial de captura del dióxido de carbono de las especies de flora predominante y de valor artesanal en el humedal

Caucato, Pisco?

### **2.2.2 Problemas Específicos**

1. ¿Cuáles son las especies de la flora del área de estudio?
2. ¿Cuál es la cantidad de la captura de carbono almacenado en la estructura vegetal de las especies de estudio a fin de estimar el potencial de captura del CO<sub>2</sub>?

## **2.3 Justificación e Importancia de la investigación**

### **2.3.1 Justificación**

MINAM (2015b), indica que la Estrategia Nacional ante 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 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 planeta.

### **2.3.2 Importancia**

Es importante esta investigación porque realzaremos el valor ambiental del Humedal Caucato por su valor biológico, ambiental, científico, turístico (MINCETUR, 2015), económico y cultural (GRL, 2015). De valor biológico, por ser una zona importante de anidamiento, refugio y descanso de aves (Aponte y Ramírez, 2011).

De valor ambiental, por ser un biofiltro, belleza paisajística, que genera una variedad de servicios ambientales. De valor científico, pudiéndose realizar investigaciones en las diferentes disciplinas, como la ornitología, biología, botánica, ingeniería ambiental, entre otros corrientes naturales que puedan servir de fuente de abastecimiento a otras comunidades – flora y fauna, mitigando el efecto de tal polución para restablecimiento de la biota (flora y fauna acuática).

## **2.4 Objetivos de la investigación**

### **2.4.1. Objetivo general.**

Estimación de la captura de CO<sub>2</sub> de las especies de flora predominante y de valor artesanal en el humedal Caucato, Pisco.

### **2.4.2. Objetivos específicos.**

1. Identificar las especies de la flora del área de estudio.
2. Determinar la cantidad de carbono almacenado en la estructura vegetal de las especies de estudio a fin de estimar el potencial de captura del CO<sub>2</sub>.

## **2.5 Hipótesis de la Investigación**

### **2.5.1. Hipótesis General**

El potencial de captura de CO<sub>2</sub> **es significativo** determinado por la flora predominante y de valor artesanal del Humedal Caucato.

### **2.5.2. Hipótesis Específicas**

1. La Identificación de las especies de la flora **permitirá estimar la captura de CO<sub>2</sub>** del área de estudio.

2. La cantidad de carbono almacenado en la estructura vegetal de las especies de estudio **permitirá estimar el potencial** de captura del CO<sub>2</sub>.

## 2.6 Variables de la investigación

### 2.6.1 Identificación de variables

#### Variable Independiente (X)

##### Captura de CO<sub>2</sub>

- Peso en seco de las especies de flora
- Volumen del suelo de las especies de flora
- Densidad aparente del suelo.

#### Variable dependiente (Y)

##### Humedal Caucato

- Hectárea del humedal
- N° de tipos de especies de flora

### 2.6.2 Operacionalización de variables

Efectuando la operacionalización de las variables se obtuvieron los siguientes indicadores:

**CUADRO N° 1 Operacionalización de Variables**

VARIABLES		INDICADORES	ÍNDICES
<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>Captura de CO<sub>2</sub></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso en seco de las especies de flora</li> <li>• Volumen del suelo de las especies de flora</li> <li>• Densidad aparente del suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gr.</li> <li>• m<sup>3</sup></li> <li>• t / m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>DEPENDIENTE</b>	<b>Humedal Caucato</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hectárea del humedal</li> <li>• N° de tipos de especies de flora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M<sup>2</sup></li> <li>• Especies</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración Propia.

## CAPÍTULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. Tipo, Nivel y Diseño de Investigación

#### **Tipo de Investigación**

Es aplicada porque utilizamos el conocimiento del hombre, al servicio ambiental que presenta la flora predominante y el valor artesanal del Humedal Caucato del distrito de Pisco- Ica.

#### **Nivel de Investigación**

De nivel descriptivo. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, -comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis (Dankhe, 1986).

#### **Diseño de Investigación**

**No Experimental:** porque no se manipulará las variables (Hernández Sampieri).

### 3.2. Población y Muestra.

De acuerdo con Fracica (1988), población es *“el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo”* (p. 6). Según Jany (1994), población es *“la totalidad de elementos o individuos que tienen características o unidad de análisis. (p. 48).*

#### **3.2.1. Método para determinar el contenido de carbono en las especies de flora**

- Selección de las especies en el Humedal Caucato.

- Cálculo del factor de carbono.
- Cálculo de la captura de dióxido de carbono.

**Métodos:**

- Método del Transecto: identificación de especies de flora.
- Metodología del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería – ICRAF: Reservas de C.
- Método de Titulación o Walkley: Determinación del factor de C (flora aérea y raíz), realizado en Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Química de la UNSLG.
- Método Colorimétrico: Determinación de carbono.

**M. del Transecto**

Se toma de una porción alargada de vegetación que sirvió como muestra de la siguiente manera:

1. Se seleccionó el área de estudio donde hay mayor uniformidad denominada como “área estandarizada”.
2. Se recopiló las muestras de vegetación mediante colecta en campo, para identificar las especies y tener la flora característica. Medir los parámetros si su valor es constante.
3. Se realizan mediciones simples de los caracteres de la muestra.
4. Se toma muestra de cada comunidad.
5. El muestreo fue aleatorio: Las muestras o unidades se muestrean al azar (no son zonas heterogéneas ni extensas) y es apropiado para pequeñas superficies.
6. Se evalúa la comunidad vegetal:

- **Frecuencia:**

Este parámetro resulta ser un indicador de la diversidad o de la complejidad florística de la asociación dentro de la comunidad forestal (Sabogal 1980, Vega 1968, cit. en Freitas 1986).

- **Densidad:**  
Número de especies/ área determinada.
- **Cobertura:**  
Proporción de terreno ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de las especies consideradas, usualmente expresada en porcentaje.
- **Área basal:**  
El área basimétrica o basal es el área en metros cuadrados del corte transversal de un árbol a la altura del pecho (DAP), es decir a 1.30 m y es expresado en m<sup>2</sup>/ha (Valdez, 2011).
- **Vigor o Comportamiento:**  
Se estima por medición, ancho de hojas, número de semillas y frutos, etc, es decir, es la predominancia de la especie en la comunidad.

### 3.2.2. Método para determinar las reservas de carbono

Fue desarrollada por el Centro Internacional para la investigación en Agroforestería - ICRAF; con 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).

La identificación de Carbono en la flora existente y de valor artesanal de los Humedales Pisco (Caucato), la biomasa característica que presenta; es la Biomasa herbácea (Bhb) como se muestra en:

- Seleccionar el uso de la tierra a evaluar la cantidad de carbono secuestrado en la biomasa de los humedales=biomasa herbácea (Bhb), compuesta por la biomasa sobre el suelo (epigea) de gramíneas y de otras hierbas.
- Se calcula la biomasa herbaria por muestreo en dos cuadrantes de 1m x 1m, divididas al azar.

- Se corta la vegetación a nivel del suelo y se anota el peso fresco/m<sup>2</sup>.
- Colectar una submuestra y anotar el peso fresco, guardándolo en una bolsa de papel con su identificado.
- Se seca las muestras en estufas 75°C/ 24 h., hasta obtener un peso constante.
- El peso seco de esta biomasa se eleva a tC/ha, multiplicándose por el factor que determina el porcentaje de carbono en las muestras.

### **3.2.3. Metodología de identificación del Factor de conversión de Carbono en el Laboratorio**

$$\text{Factor Carbono x (\%M.O)} = \%C \times 1,724$$

Para las diferentes especies de flora en estudio se aplicó el siguiente Método:

#### **Walkley y Black**

##### **Materiales**

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

##### **Reactivos**

- Solución Dicromato de potasio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 2N
- Ácido sulfúrico concentrado (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) CC
- Solución Sulfato Ferroso (FeSO<sub>4</sub>)
- Solución sulfato ferroso amoniacal (NH<sub>4</sub>Fe)<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>
- Indicador Difenil amina sulfúrica 1%

### Procedimiento:

- Se oxida a materia orgánica con una mezcla de  $K_2CrO_7$  más  $H_2SO_4$ .
- Se calienta la dilución concentrada con  $H_2SO_4$  y  $K_2CrO_7$ .
- Por titulación con  $FeSO_4$  o con  $(NH_4Fe)_2(SO_4)_3$ , se determina el exceso de  $K_2CrO_7$ .

El método permite la estimación fácilmente oxidable de C.O. y se emplea como medida de carbono orgánico total.

$$\% \text{ de M.O} = \% \text{ C.O} \times 1,724$$

### 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  $F_2SO_4$

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)

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

### Método Colorimétrico

En el proceso de oxidación de la materia orgánica, el Dicromato

sufre variación en su capacidad de absorber la luz

#### Materiales

- Frascos Erlenmeyer de 150 ml.
- Tubos de ensayo
- Pipetas, buretas
- Dispensador de ácido.

#### Reactivos

- Dicromato de potasio 2 N
- Ácido sulfúrico
- Agua destilada
- Solución de superfloc (polímero de alto peso molecular).

#### **3.2.4. Determinación de la población y muestra**

- Población: Muestras de flora corresponde a 398 ha, delimitándose un área de estudio de 149 545,778 m<sup>2</sup>- Humedal el Caucato.
- Muestras: De áreas representativas por muestreo aleatorio (no presenta inconvenientes porque no son zonas heterogéneas).
- Características de la muestra: Predomina la biomasa herbácea (Bhb), biomasa sobre el suelo (epigea) de gramíneas y de otras hierbas determinándose las especies de valor artesanal.
- Número de muestras: 05 muestras por cada especie de flora estudiada (parte aérea y raíz).

#### **3.2.5. Identificación de las especies de Flora**

De acuerdo al GORE-ICA. (2005), se encuentra en el Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales de Pisco. Ica- Perú: la identificación de unidades del paisaje; El Gramadal, Totoral, Juncal y Salicornial se encuentran predominando; la totora (*Typha angustifolia*), grama salada (*Distichlis spicata*) y junco (*Scirpus americanus*), y el salicornial considerado una unión vegetal predominando la verdolaguilla "Salicornia fruticosa". En el

área estudiada se identificó a las especies de valor artesanal y en mayor cantidad. En el presente estudio estas especies han sido determinadas por GORE-ICA clasificándolo como:

Familia: Cyperaceae

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

Nombre vulgar: "Totora"

Familia: Cyperaceae

Nombre científico: Scirpus americanus Pers

Nombre común: "Junco"

Familia: Poacea (Gramineae)

Nombre científico: Paspalum vaginatum Swartz

Nombre común: "Grama salada"

Familia: Chenopodiaceae

Nombre científico: Salicornia fruticosa Linneo.

Nombre común: "Salicornia"

### **3.2.6. Tratamiento de las muestras**

- La medición de las muestras fue en función de la identificación de la variable Tipo Cuantitativa, medida en escala de razón continua.
- El peso fresco de la biomasa herbácea/m<sup>2</sup>, fue determinado para obtener una sub muestra del peso fresco y llevarlo a estufa para registrar su biomasa herbácea en peso seco, se multiplicó por el factor correspondiente determinándose la cantidad de carbono capturado.
- Se calculó la cantidad de CO<sub>2</sub> capturado de escala de tipo de razón continua en unidades de t C/ha y t CO<sub>2</sub>/ha.
- Para el análisis estadístico se utilizó el Software SPSS versión 14 para Windows.
- Los datos se ilustraron utilizando el análisis descriptivo y el Software Excel que permitió comparar los datos estadísticos en base a 5 números, que son datos de las muestras por cada especie.

# CAPÍTULO IV: TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

## 4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica a aplicar en cada momento de la investigación siguió la siguiente secuencia:



**Técnicas de recopilación de información.** - Para el desarrollo del trabajo se empleó información diversa, como trabajos realizados por entidades privadas, de alguna consultora (para la evaluación de alternativas los cuales se detalla en la Bibliografía) siendo este tipo de información de carácter documental:

### A. Información Cartográfica

Se determinó el ámbito de estudio que se encuentra enmarcado en la Carta Nacional de Ica hoja 26-j y la otra carta a escala 1/25000 de San Clemente hoja 26-j INO. Para los muestreos de las especies de flora se realizó a escala 1/1000.

### B. Información Hidrológica:

La información fue de INRENA - Instituto Nacional de Recursos Naturales. (1995). Se recopiló información de los parámetros hidrológicos (Descargas medias mensuales del Río Pisco-Gráfico N° 09).

**Técnicas Estadísticas.-** Para el análisis estadístico se empleó el Software SPSS versión 14, mediante el Diagrama de Cajas (boxplot).

**Técnicas de Laboratorio.-**

En el laboratorio se utilizará diversas metodologías como:

- Método del Transecto, para identificación de especies de flora en el sitio de muestreo
- Método del Centro Internacional para la investigación en Agroforestería – ICRAF: determinación de las reservas de carbono.

**4.2. Instrumentos de Recolección de datos.**

Para la toma de muestras se utilizó:

**Materiales:**

1. Libreta de campo
2. Cámara fotográfica
3. GPS
4. Mapa de ubicación
5. Brújula
6. Botas de jebe
7. Winchas de 3, 100 y 50 m (1 c/u)
8. Tijera de Podar
9. Pala recta (2)
10. Plumón indeleble (5), lapiceros.
11. Bolsas de papel N°20 , 12, 8 y 6 (100 c/u)
12. Bolsas de plástico 7x10, 8x12 (3 c/u )
13. Costales de polietileno
14. Marco de Madera de 1m x 1 m
15. Lampa
16. Pico

**Equipos utilizados:**

1. Computadora Pentium IV
2. Impresora Stylus color 640
3. Escáner Genius
4. GPS
5. Estación Total
6. Cámara fotográfica

**4.3. Técnica de procesamiento de datos análisis e Interpretación de datos**

- El procesamiento y análisis estadístico, se realizó con el Software SPSS versión 14, mediante el Diagrama de Cajas-boxplot (herramienta visual para ilustrar los datos mediante análisis descriptivos).
- Software Excel, para comparar los datos estadísticos que se desarrolla con cinco números de datos de muestras/especie (parte aérea y raíz).

## CAPÍTULO V: CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

### 5.1. Determinar las reservas de carbono

Se usó la metodología desarrollada por el Centro Internacional para la investigación en Agroforestería - ICRAF; Manual para la determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la Tierra en el Perú. (Arévalo *et al.*, 2003).

#### 5.1.1. Muestras de las especies de Flora del humedal Caucato parte aérea

Se procedió a la determinación de la cantidad de carbono capturado de las especies: “Salicornia”, “Totora”, “junco” y “grama salada” parte aérea.

#### Procedimiento para la toma de muestra:

1. Se calcula la biomasa por muestreo directo en 2 cuadrantes de 1m x 1m, distribuidas al azar.

Figura. 04 Flora en estudio.



**Salicomia aérea**



**Gramma aérea**



2. Se corta la vegetación a nivel del suelo

**Totora aérea**



**Junco aérea**



**Salicomia a aérea**



**Gramma aérea**



3. El peso fresco por metro cuadrado fue registrado.



**Totora aérea**



**Junco aérea**



**Salicornia aérea**

4. Registrar el peso fresco de la submuestra, depositándolo en bolsas de papel previamente identificados.



5. Las muestras colectadas se secaron en estufas a 75° C por 24 horas hasta un peso constante.



6. La biomasa seca es pesada se eleva a t C/ha multiplicado por el factor que determina el porcentaje de carbono en las muestras. (Ver Cuadros. N°13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,20).

#### **5.1.2. Muestra de la flora del Humedal Caucato parte raíz**

La cantidad de carbono capturado de la: “totora”, “junco”, “grama salada” y “Salicornia”; de la parte raíz.

#### **Toma de muestras:**

1. La biomasa calculada por muestreo directo en 20x20x20x20 cm de profundidad debajo del suelo de las gramíneas del lugar de la toma de muestra, seleccionado la parte aérea.



1. Se corta y pesa la vegetación en mención



2. Colectar y registrar 1 submuestra, el peso fresco, en una bolsa de papel correctamente identificada.



3. Las muestras colectadas son secadas en estufas a  $75^{\circ}\text{C}$  por 24 horas hasta un peso constante.



4. La biomasa se eleva a  $t\text{C/ha}$  para el peso seco, luego multiplicándose por el factor determinando el porcentaje de carbono ver.( cuadros N° 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

### **5.1.3. Muestras de suelo de especies de flora del humedal Caucato**

Se tomó las muestras de suelo, de cada especie, sólo a la capa arable (0-20 cm) determinando la cantidad de carbono capturado de “tatora”, “junco”, “grama salada” y “Salicornia” determinando 4 muestras. (Plano N° 03), con el siguiente procedimiento:

1. De 0 a 20 cm de profundidad del suelo (capa arable); se toma la muestra.



2. Extraer 1 Kg. de muestra de suelo de la flora y secarlo.

**Muestra de suelo de la especie Grama Salada**



**Muestra de suelo de la especie totora**



**Muestra de suelo de la especie Junco**



**Muestra de suelo de la especie Salicornia**



## 5.2. Identificación del factor de Conversión de carbono en el laboratorio de las especies de Flora del humedal Caucato

En la estructura vegetal se determinó el carbono con el objetivo de estimar la captura de CO<sub>2</sub>. De las especies de flora: “Totora”, “junco”, “grama salada” y “Salicornia”, mediante los métodos siguientes:

### 5.2.1. M. Walkley y Black

Para determinar el factor de conversión de carbono en las muestras, se realizó de la siguiente manera:

#### Procedimiento

1. Las muestras deben estar en peso seco de las especies de flora de estudio.
2. Se muele las muestras.



3. La muestra se pesa 0,2 g y se llena a un frasco de Erlenmeyer de 125 ml.



4. Agregar a las muestras 20 ml. solución Dicromato de Potasio ( $K_2Cr_2O_7$ )2N



5. Adicionar 10 ml de Ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ), mezclar con el fin de homogeneizar la solución. En el proceso en la reacción hay generación de calor.



6. La muestra se reposada de 2 a 3 h.

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





8. Titular la solución Sulfato ferroso Amoniacal 0.2N, agregando gotas de indicador Difenil amina sulfúrica 1% (3 gotas/20 mL).



9. Los resultados del factor de conversión de C de las floras estudiadas parte aérea y parte raíz, ver cuadros (N° 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22,23) y (Figura N° 5).

Especies de Flora de los Humedales de Puerto viejo	Peso g.	Volumen (K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> ) mL	Volumen Sulfato Ferroso Amoniacal (mL)	Volumen Blanco V <sub>B</sub>	% materia orgánica	% C
Junco Aérea	0,2	20	16,8	40,8	81,10	47,04
Junco Raíz	0,2	20	15,3	40,8	86,17	49,98
Totora Aérea	0,2	20	18	40,8	77,04	44,69
Totora Raíz	0,2	20	17	40,8	80,42	46,65
Gramma salada aérea	0,2	20	17	40,8	80,42	46,65
Gramma salada raíz	0,2	20	17,2	40,8	79,75	46,26
Salicornia aérea	0,2	20	26,8	40,8	47,31	27,44
Salicornia raíz	0,2	20	19	40,8	73,66	42,73

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

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

10 mL de (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) ..... 20.4 mL de Gasto de (SFA)  
 20 mL de (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) ..... X  
 X = 40.8 mL.

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

Reemplazando en la fórmula:

$$\% \text{ materia Orgánica} = 5 \times \left( \frac{1.724 \times 0.4 \times 0.196 \times 40.8 - 16.8}{0.2} \right)$$

<> % materia orgánica = 81.1%

<> % C = 81.1/ 1.724 = 47.04%

Realizando el mismo procedimiento para las demás muestras. (Ver cuadros N° 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19,20).

Sabiendo que:

1Ha (10000 m<sup>2</sup>) a 0.2 m de profundidad se tiene: 2000 m<sup>3</sup> de volumen, se tomó una muestra de suelo con un volumen de 0.008 m<sup>3</sup> (0.2 m de largo 2 m de Ancho x 0.2 m de profundidad)

## 5.2.2. Método Colorimétrico

Las muestras de suelo de la flora se determinaron en el análisis

de laboratorio mediante oxidación del carbono con Dicromato de potasio, permitiendo conocer el porcentaje de materia orgánica en el suelo ver el procedimiento:

1. Colocar 1 g en el frasco Erlenmeyer de 150 ml, o 1 ml de suelo. Se usó 0,5 g en suelos altos de materia orgánica.



2. Agregar 10 ml de ácido sulfúrico Q.P y 10 ml Dicromato de potasio 2 N.



3. Reposar 4 horas como mínimo y agregar 25 ml. de solución superfloc.



- Tomar una alícuota del sobrenadante; verterlo en un tubo y adicionar 10 ml de agua destilada.



- A una longitud de onda de 650 nm, realizar la lectura.



- Deslizar una curva de calibración, elaborar una línea de regresión. Para esta línea encontrar el valor de  $r$  (coeficiente) que debe estar cercano de 1. La conversión del porcentaje de materia orgánica en carbono se usó la ecuación:  $\% M. O = 1,724 \times \% C$ .

Los suelos con alto contenido de materia orgánica son los que tienen un contenido mayor de 4% de M.O. (Guzmán W, 2014)

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

Se sabe que: 1 Ha (10000m<sup>2</sup>) a 0.2 m de profundidad se tiene: 2000 m<sup>3</sup> de volumen

$$\text{Peso del suelo} = V \times D_{ap}$$

Siendo:

V = Volumen de la muestra de suelo

D<sub>ap</sub> = Densidad aparente del suelo arenoso es 1.65 t / m<sup>3</sup>. (11)

Mediante el contenido de carbono del suelo por unidad de volumen, se pudo estimarse el contenido de carbono total por hectárea para el suelo de las especies de flora en estudio. Realizándose el mismo procedimiento para las demás muestras de suelo.

### 5.3. Valoración del Servicio Ambiental en captura del CO<sub>2</sub> en la flora de estudio de los del humedal Caucaito

La biomasa calculada en peso seco se eleva a t C/ha multiplicándose x el factor que se determinó previamente el % de CO<sub>2</sub> en el laboratorio.

#### 5.3.1. Determinación de la cantidad de carbono en las especies de flora del Humedal Caucaito

##### Especies de flora parte Aérea

Especie de Flora	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg./m <sup>2</sup>	Factor de Conversión	t C ha <sup>-1</sup>
Totora Aérea 1 año						
M1T-A	18.800	60.0504	14.2760	4.469	0.45	20.11

De esta manera se procedió con cálculos de regla de tres simple y se llevó a t C/ha. (Cuadros N° 16,18, 20,22).

### **Especies de flora parte Raíz**

<b>Especie de Flora</b>	<b>Biomasa Herbácea</b>	<b>Peso Fresco Sub muestra</b>	<b>Peso seco Sub muestra</b>	<b>Biomasa Herbácea</b>	<b>Factor de Conversión</b>	<b>t C ha-1</b>
<b>Totora Raíz</b>	<b>Peso fresco Kg./0.008m<sup>3</sup></b>	<b>g.</b>	<b>g.</b>	<b>Peso seco Kg./0.008m<sup>3</sup></b>		
M1T-R	0.350	81.5710	28.0797	0.448	0.47	14.16

De este modo se calculó con regla de tres simple y se llevó a t C/ha. (Ver cuadros N° 17, 19,21, 23).

#### **5.3.2. Valoración del Servicio Ambiental de Captura del Dióxido de carbono en las especies de flora del humedal Caucato**

Con los resultados en el cálculo del CO se valora el servicio ambiental que realiza las especies de flora del Humedal Caucato.

#### **5.3.3. Valoración del Servicio Ambiental de Captura del Dióxido de carbono en las especies de flora del humedal Caucato.**

<b>Especies de flora</b>	<b>Promedio en t C/ha</b>	<b>Promedio t CO<sub>2</sub>/ha</b>
totora	20.1	73.7

Cuantificación del Dióxido de Carbono:

$$\text{CO}_2 = \text{C} \times \text{Kr}$$

Donde:

$\text{CO}_2$  : Toneladas de dióxido de carbono

C : Carbono

Kr : 44/12

Se tiene en una muestra 20.1 t C/ha se multiplica por el factor de conversión de Carbono a Dióxido de Carbono por  $(44/12) = 73.7$  t  $\text{CO}_2$ /ha. Realizando el mismo procedimiento para las demás muestras. (Cuadro N° 29)

## CAPÍTULO VI: PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Presentación e interpretación de los Resultados

- Se puede deducir que las floras *Salicornia fruticosa* y grama salada presentan poca separación, porque captan menor cantidad de carbono en su estructura foliar (aérea y raíz). La que presenta mayor mediana es la totora y el junco.
- Se da la mayor captación de C en la parte aérea de flora “totora” (*Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey Soyak) = 20,1 t C/ha, el junco (*Scirpus americanus* Pers) = 11,1 t C/ha, grama salada (*Paspalum vaginatum* Swartz) = 11 t C/ha y la < captación fue en la *Salicornia* (*Salicornia fruticosa* Linneo) = 3,3 t C/ha. (Gráfico N° 1).
- La captación de carbono en las raíces de las diferentes especies hasta 20 cm de profundidad se encontraron: de mayor a menor: totora (8,8 tC/ha) > junco (7,5 t C/ha) > grama salada (6 tC/ha) > *Salicornia* (2,8 t C/ha). (Gráfico N° 1).
- El total de carbono almacenado en la flora (parte aérea y raíz) de mayor a menor fueron: totora = 28,9 t C/ha, junco = 18,6 tC/ha, la grama salada = 17 tC/ha y la *Salicornia* = 6,1 tC/ha. La *Salicornia* y la grama salada, mantienen un equilibrio de almacén de carbono porque presentan valor artesanal. (Gráfico N° 2).
- La variabilidad del contenido de M.O en el suelo de las especies de flora de valor artesanal y predominante es el junco = 5,2%, la totora = 0,5%, la grama salada = 0,6 % y la *Salicornia* = 0,3 %.

- El suelo del junco presenta un alto contenido de M.O, mayor de 4% de M.O y mayor contenido de C en el suelo. (Gráfico N° 08).
- Comparando la captura de carbono parte aérea con las especies herbáceas (maíz, pastos y arroz), la totora capta 20,1 tC/ha, el junco capta 11,1 tC/ha y la grama salada 11 tC/ha. (Gráfico N° 7).
- La valorización del servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> producido por las floras del Humedal Caucato; parte aérea decrecientemente es: totora = 73,7 tCO<sub>2</sub> /ha, junco = 40,6 tCO<sub>2</sub> /ha, grama salada = 40,4 tCO<sub>2</sub> /ha y en la salicornia = 12,1 tCO<sub>2</sub> /ha. (Gráfico N° 4 y 5).
- La valoración en porcentaje de humedad, en las floras estudiadas en el Humedal Caucato, parte aérea en orden descendente de contenido de Humedad; es la totora = 75,7%, el junco = 70,5%, la Salicornia = 65,8% y la grama salada = 50,1% y la humedad en las raíces son: junco = 80,6%, la totora = 78,5%, la grama salada = 75% y la Salicornia = 51,6%.(Gráfico N° 1).

## **6.2. Discusión de resultados**

- En la Convención Ramsar (1972), se refirió a los Humedales; sirven de sumideros de carbono y la degradación de ellos liberará cantidades de CO<sub>2</sub> interviniendo en el aumento de la temperatura atmosférica.
- Se determinó la importancia de las especies de flora estudiadas en el Humedal Caucato, que contribuyen en la reducción del CO<sub>2</sub>, almacena carbono en su estructura y ofrece un servicio ambiental en la captura del CO<sub>2</sub>.
- Se debe preservar adecuadamente la flora en el Humedal Caucato, a través de la educación y concientización, porque la destrucción de

este ecosistema liberará concentraciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que tiene como reservorio en su estructura vegetal. Asimismo, el Humedal proporciona la totora para los techos, forraje para los animales, tienen valor cultural, educativo, belleza natural y paisajística; por las especies propias en este ecosistema.

## CONCLUSIONES

1. Se identificó las áreas en el lugar de estudio donde se ubican las especies de flora estudiadas, como primer en un 68% la grama salada (*Paspalum vaginatum*) luego con 8,85 % el junco (*Scirpus americanus Pers*), con 3,21% la Salicornia (*Salicornia fruticosa Linneo*), y la totora (*Schoenoplectus californicus (C.A. Mey Soyak)*) con 1,93%, siendo la grama salada la especie predominante.
2. En su biomasa foliar, la especie “totora” absorbe mayor cantidad de captura de carbono, porque es podado anualmente, por lo tanto, se produce un nuevo almacenamiento de C en su estructura. Asimismo, el junco (uso de valor artesanal), la grama salada y la Salicornia, la cantidad de captura de carbono es menor.
3. La especie que más capta CO<sub>2</sub> es la totora con 73,7 t CO<sub>2</sub>/ha, segundo el junco con 40,6 t CO<sub>2</sub>/ha, con valor artesanal, por lo tanto, estas especies son valiosas en la captura de CO<sub>2</sub>, y almacén de carbono que es directamente proporcional a la captura de CO<sub>2</sub>. Lo que determina la valoración ambiental de estas especies.
4. Los humedales son en grandes sumideros de C, pero, la acción antropogénica, ausencia de conciencia ambiental y educación ambiental, han determinado la pérdida de estos ecosistemas frágiles que se han convertido en áreas de pastoreo o cultivos, perdiéndose así los niveles de captura de C, o en su defecto en fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera.
5. Las floras estudiadas del humedal Caucato, contribuyen significativamente con la captura de C, asimismo, ofrece un servicio ambiental. Si no existieran estas especies de flora, no se capturaría el CO<sub>2</sub> atmosférico que es un gas de efecto invernadero.

6. La actividad artesanal derivada del aprovechamiento de las floras “totora” y “junco”; permite generar un proceso de desarrollo sostenible con equidad y participación comunitaria, constituyéndose en un alternativa de manejo sostenible de estas especies.
  
7. El humedal Caucato, brinda un servicio ambiental, sin embargo, se encuentra deteriorado, por la negligencia y falta de las autoridades regionales y locales.

## RECOMENDACIONES

1. Resembrar las especies de totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A.Mey) Soyak), y junco (*Scirpus americanus* Pers), para beneficios ambientales y su valor de uso artesanal para la fabricación de diversas artesanías
2. Realizar un manejo sostenido de las especies de flora de valor artesanal, a través de la renovación dinámica en comparación con otras especies que tienen el carbono en su estructura.
3. Promover la capacitación y concientización a los artesanos de bajos recursos que viven dentro y alrededor de este Humedal con el fin de conservarlo por los beneficios que presenta.
4. El Humedal del Caucato, debería ser conservado, mediante la promoción y difusión a la población para eliminar actividades que generen impactos negativos y la aplicación de las normas que la regulan (Convención RAMSAR y Convenio de la Diversidad Biológica).
5. Realizar el recojo de los residuos de la planta después corte “cosecha” para no ocasionar Eutrofización acelerada del sistema limnológico, afectando el Humedad. Los desechos y corte deben ser insumos para elaborar compost y humus de lombriz, que son abonos orgánicos que mejoran la fertilidad de los suelos.
6. Mediante un sistema comunitario y de respeto al medio ambiente, se mejoraría la demanda y oferta de las artesanías de totora y junco, y se lograría incrementar los ingresos de los artesanos, dándole sostenibilidad en el tiempo.

7. Se debe monitorear, la captura de C en las especies de flora dándole valor artesanal, para evaluar su incremento de biomasa.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Acosta, M. (2003). *Diseño y aplicación de un método para medir los almacenes de carbono en sistemas con vegetación forestal y agrícolas de ladera en México*. Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillos, México. 135 p. Acosta, M. M.; H. J. Vargas. M. A. Velásquez y B. J.
2. Alegre, J. (2008). *Manejo de sistemas Agroforestales para la recuperación de los suelos degradados de la Amazonia y generación de servicios medio ambientales*. En: XI congreso Nacional y IV Internacional de la Ciencia del Suelo. "Suelos: Agricultura Sustentable. Biodiversidad y Agroforestería para el Desarrollo Rural". Tarapoto - Perú. P 34-50.
3. Arroyo, J. y J. E. Paredes. (2006). *Estimación de la biomasa total y por componentes de hojas, ramas, copa y fuste en Pinus cooperi de la Región de El Salto, Pueblo Nuevo, Durango*. Tesis (Ingeniero Forestal). Instituto Tecnológico de El Salto. México. 48 p.
4. Asociación Española de la Industria Eléctrica-UNESA. (2005). *Metodologías para la implementación de los mecanismos flexibles de Kioto-MDL en Latinoamérica- Guía Latinoamericana del Mecanismo de Desarrollo Limpio-MDL*.
5. Balam, L. M. (2013). *Valoración económica del servicio ambiental: captura de carbono, en la reserva forestal Xilitla, San Luis Potosí*. Tesis (Biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. México. 65 p.

6. Bonilla, E. (2009). *Uso de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en pinus montezumae lamb.* Tesis (Ingeniero Forestal). División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. México. 60 p.
7. Brand, D. (1998). *Opportunities Generated By Kyoto protocol in the forest sector.* Commonwealth Forestry Review 169 p.
8. Caballero Romero, A. (2009). *Guías Metodológicas para planes de Tesis de Maestría y Doctorado.* Editorial Instituto de Metodología Halen Caro.
9. Catpo, J. (2004). *Determinación de la ecuación alométrica de Pinus patula y estimación del contenido de carbono en su biomasa arbórea en Porcón, Cajamarca, Perú.* UNALM. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal.
10. Gamarra, J. (2001). *Estimación del contenido de carbono en plantaciones de eucaliptus (globulus labill) en Junín. Perú.* En Simposio internacional de medición y captura de carbono en ecosistemas forestales del 18-21 de Octubre- Valdivia-Chile. 21 p.
11. CIFOR. (2006). *Pagos por servicios ambientales: Principios básicos esenciales.* Occasional paper No. 42 (s). Centro Internacional de Investigación Forestal. Jakarta, Indonesia. 31 p.
12. Gonzales, A. (2012). *Relación entre el almacenamiento de carbono con la edad de la plantación agroforestal en la zona de Caballococha. Provincia de Mariscal Ramón Castilla. Loreto-Perú.* Tesis (Ingeniero en ecología de bosques tropicales). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. 54 p.
13. ICRAF-CODESOL. (2003). *Manual de determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú- Lima.* Perú.

14. Instituto de Educación Rural-Universidad de Chile (20906). *La densidad de los Suelos*. Chile.
15. Lapeyre, T. (2003). *Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de tierra en San Martín*. UNALM. Tesis de Post Grado.
16. Lazcano, C. (2003). *Taller de Biología y tratamiento de aguas residuales*. Lima Perú. Pag. 11.
17. Lino, K. (2009). *Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú*. Tesis (Ingeniera Forestal). Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Pucallpa. 70 p.
18. Panel Intergubernamental De Cambio Climático (IPCC). (2007). *Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza. 104 p.
19. Ramírez, M. (2013). *Contenido de carbono en los productos y residuos generados por el aprovechamiento forestal de un bosque húmedo tropical en la comunidad nativa de Santa Mercedes, río Putumayo*. Tesis (Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos, Perú. 74 p.
20. Ucañay, T. M. (2014). *Valoración económica del secuestro del CO<sub>2</sub> en plantaciones de parkia sp. "pashaco" de diferentes edades en el CIEFOR- Puerto Almendra*. Tesis (Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de la

Amazonía Peruana. Facultad de Ciencias Forestales. Iquitos-Perú. en,  
Iquitos-Perú” 59 p.

# **ANEXOS**

## CUADRO N°2

Relación de flora registrada en el humedal Caucato

Nº	FAMILIA	ESPECIE	FORMA DE CRECIMIENTO
1	AZOLLACEAE	Azolla filiculoides	H
2	EQUISETACEAE	Equisetum giganteum	H
3	PTERIDACEAE	Adiantum sp	H
4	AIZOACEAE	Sesuvium portulacastrum	H
5	AIZOACEAE	Batis maritima	H
6	AIZOACEAE	Hydrocotyle ranunculoides	H
7	AIZOACEAE	Enhydra sessiliflora	H
8	BORAGINACEAE	Heliotropium curassavicum	H
9	CHENOPODIACEAE	Chenopodium macrospermum .	H
10	CHENOPODIACEAE	Salicornia fruticosa	H
11	EUPHORBIACEAE	Ricinus communis	A
12	FABACEAE	Acacia macracantha	A
13	FABACEAE	Parkinsonia spp	A
14	HALORAGIDACEAE	Myriophyllum aquaticum	H
15	SCROPHULARIACEAE	Bacopa monnieri	H
16	ALISMATAACEAE	Cyperus laevigatus	C
17	ALISMATAACEAE	Schoenoplectus californicus	C
18	ALISMATAACEAE	Scirpus americanus	C
19	LEMNACEAE	Lemna spp	H
20	POACEAE	Arundo donax	C
21	POACEAE	Cynodon dactylon	H
22	POACEAE	Distichlis spicata	H
23	POACEAE	Paspalum vaginatum	H
24	POACEAE	Polypogon semiverticillatus	H
25	POTAMOGETONACEAE	Potamogeton striatus.	H
26	TYPHACEAE	Typha angustifolia	C
27	ZANNICHELLIACEAE	Zannichellia palustris	H
28	SALICACEAE	Salix chilensis	A
29	PONTEDERIACEAE	Eichhornia crassipes	H
30	ARECACEAE	Washingtonia robusta	A

Fuente: Proyecto evaluación de humedales costeros. (ONG Mundo Azul)

### FORMA DE CRECIMIENTO

H = Hierba

A = Arbusto

C = Caña

### CUADRO N°3

Clasificación de la flora el humedal Caucato por su origen, distribución, hábitat y USO.

N°	ESPECIE	REGION	DISTRIBUCION MUNDIAL	HABITAT	USO
1	<i>Azolla filiculoides</i>	CAS	Neotropical	W	Abono, forraje
2	<i>Equisetum giganteum</i>	CAS	América	Gr, W	
3	<i>Adiantum</i> sp			Gr, W	
4	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	C	Tropical	Gr, Pl	Medicinal
5	<i>Batis maritima</i>	C		Pl	
6	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i>	CAS	América	W	
7	<i>Enhydra sessiliflora</i>	C	Neotropical	W	
8	<i>Heliotropium curassavicum</i>	C	América	Gr, Zar	
9	<i>Chenopodium macrospermum</i> .	CA	Subcosmopolita	Gr	
10	<i>Salicornia fruticosa</i>	C	Cosmopolita	Gr	
11	<i>Ricinus communis</i>			Zarb	
12	<i>Acacia macracantha</i>			Zarb	
13	<i>Parkinsonia</i> spp			Zarb	
14	<i>Myriophyllum aquaticum</i>	CA	Subcosmopolita	W	
15	<i>Bacopa monnieri</i>	C	Cosmopolita	W	
16	<i>Cyperus laevigatus</i>	CS	Cosmopolita	W	
17	<i>Schoenoplectus californicus</i>	CA	América	W	Artesanía
18	<i>Scirpus americanus</i>	CA		W	
19	<i>Lemna</i> spp	CAS	Subcosmopolita	W	
20	<i>Arundo donax</i>	CAS		Gr, W	Artesanía
21	<i>Cynodon dactylon</i>	CAS	Introducida	Gr	Forraje
22	<i>Distichlis spicata</i>	C	América	Gr	
23	<i>Paspalum vaginatum</i>	C	América	Gr, W	Forraje
24	<i>Polypogon semiverticillatus</i>	CAS	Introducida	Gr	Forraje
25	<i>Potamogeton striatus</i> .	CS	América	W	
26	<i>Typha angustifolia</i>	CS	Subcosmopolita	W	Artesanía
27	<i>Zannichellia palustres</i>	CA	Cosmopolita	W	
28	<i>Salix chilensis</i>		Introducida	Zarb	Ornamental
29	<i>Eichhornia crassipes</i>		Introducida	W	Ornamental
30	<i>Washingtonia robusta</i>		Introducida	Zarb	

**REGION** C = Costa A = Andes S = Selva

**HABITAT** Pl = Playa marina W = Cuerpos de agua, lagunas y canales

Gr = Gramadal, salicornial, totoral y juncal

Zar = Llanuras áridas sin vegetación

Zarb = Zona arbustiva

Fuente: Gobierno Regional de Ica, Expediente Técnico del Área de Conservación Regional el humedal Caucato.

## CUADRO N°4

### Categorización de la flora del humedal Caucato.

ESPECIE	DISTRIBUCION	CATEGORIA
Batis marítima	CS	CR
Acacia macracantha	CS	NT

Fuente: Gobierno Regional de Ica, Expediente Técnico del Área de Conservación Regional el humedal Caucato

## CUADRO N° 5

### Relación de aves registradas en el humedal Caucato

N°	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1	PODICIPEDIAE	Podilymbus podiceps	Zambullidor pico grueso
2	PODICIPEDIAE	Podiceps major	Zambullidor mayor
3	PODICIPEDIAE	Rollandia rolland	Zambullidor pimpollo
4	PHALACROCORACIDAE	Phalacrocorax olivaceus	Cushuri
5	PELECANIDAE	Pelecanus thagus	Pelicano peruano
6	ANATIDAE	Oxyura ferruginea	Pato rana
7	ANATIDAE	Anas bahamensis	Pato alabanco
8	ANATIDAE	Anas puna	Pato puna
9	ANATIDAE	Anas cyanoptera	Pato colorado
10	FREGATIDAE	Fregata magnificens	Tijereta de mar
11	PHOENICOPTERIDAE	Phoenicopterus chilensis	Flamenco o Parihuana
12	ARDEIDAE	Ardea cocoi	Garza cenicienta
13	ARDEIDAE	Egretta tricolor	Garza pechiblanca
14	ARDEIDAE	Egretta caerulea	Garza azul
15	ARDEIDAE	Egretta thula	Garza blanca pequeña
16	ARDEIDAE	Egretta alba	Garza blanca grande
17	ARDEIDAE	Butorides striatus	Garza tamanquita
18	ARDEIDAE	Bubulcus ibis	Garza bueyera
19	ARDEIDAE	Nycticorax nycticorax	Huaco
20	ARDEIDAE	Ixobrychus exilis	Garcita leonada
21	THRESKIORNITHIDAE	Plegadis ridgwayi	Yanavico
22	THRESKIORNITHIDAE	Ajaia ajaja	Espatula rosada
23	CATHARTIDAE	Coragyps atratus	Gallinazo cabeza negra
24	CATHARTIDAE	Cathartes aura	Gallinazo cabeza roja
25	PANDIONIDAE	Pandion haliaetus	Aguila pescadora
26	ACCIPITRIDAE	Circus cinereus	Gavilán de campo
27	FALCONIDAE	Falco peregrinus	Halcón real
28	FALCONIDAE	Falco sparverius	Cernicalo americano
29	RALLIDAE	Rallus sanguinolentus	Gallineta común
30	RALLIDAE	Gallinula chloropus	Polla de agua
31	RALLIDAE	Fulica americana	Gallareta americana
32	RALLIDAE	Fulica ardesiaca	Gallareta
33	RECURVIROSTRIDAE	Himantopus mexicanus	Cigüeñuela
34	SCOLOPACIDAE	Vanellus resplendens	Lique lique
35	SCOLOPACIDAE	Arenaria interpres	Vuelvepedras
36	SCOLOPACIDAE	Calidris minutilla	Playerito pico fino
37	SCOLOPACIDAE	Calidris pusilla	Playerito semipalmado

38	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental
39	SCOLOPACIDAE	<i>Calidris alba</i>	Playero blanco
40	SCOLOPACIDAE	<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo de Wilson
41	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario
42	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa flavipes</i>	Pata amarilla menor
43	SCOLOPACIDAE	<i>Tringa melanoleuca</i>	Pata amarilla mayor
44	SCOLOPACIDAE	<i>Actitis macularia</i>	Playero manchado
45	SCOLOPACIDAE	<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador
46	HAEMATOPODIDAE	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero común
47	CHARADRIIDAE	<i>Pluvialis squatorola</i>	Chorlo ártico
48	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado
49	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado
50	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo de doble collar
51	LARIDAE	<i>Larus atricilla</i>	Gaviota centroamericana
52	LARIDAE	<i>Larus modestus</i>	Gaviota gris
53	LARIDAE	<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana
54	LARIDAE	<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana
55	LARIDAE	<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaviota capucha gris
56	LARIDAE	<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina
57	LARIDAE	<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin
58	RYNCHOPIDAE	<i>Rynchops niger</i>	Rayador
59	COLUMBIDAE	<i>Zenaida meloda</i>	Cuculi
60	CROTOPHAGIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guardacaballo
61	TROCHILIDAE	<i>Rhodospis vesper</i>	Picaflor cola ahorquillada
62	FURNARIIDAE	<i>Geositta peruviana</i>	Pampero peruano
63	FURNARIIDAE	<i>Phleocryptes melanops</i>	Totorero
64	TYRANNIDAE	<i>Tachuris rubrigastra</i>	Sietecolores de la totora
65	TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilin
66	TYRANNIDAE	<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona cabeza oscura
67	TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero
68	HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Santa Rosita
69	HIRUNDINIDAE	<i>Hirundo rústica</i>	Golondrina migratoria
70	MOTACILLIDAE	<i>Anthus lutescens</i>	Chichirre
71	PASSERIDAE	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion europeo
72	EMBERIZIDAE	<i>Conirostrum cinereum</i>	Mielerito gris
73	EMBERIZIDAE	<i>Volatinia jacarina</i>	Saltapalito
74	EMBERIZIDAE	<i>Sporophila telasco</i>	Espiguero corbatón
75	EMBERIZIDAE	<i>Sicalis luteola</i>	Triguero
76	ICTERIDAE	<i>Sturnella bellicosa</i>	Pecho colorado
77	ICTERIDAE	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito

Fuente: Paz Soldan. (2004), Gonzales (2003) y Foro Ecológico (1998).

## CUADRO N°6

### Estacionalidad de las aves registradas en el humedal Caucato

ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTACIONALIDAD	SOCIABILIDAD
<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Rs	S/P
<i>Podiceps major</i>	Zambullidor mayor	Rs	S/P
<i>Rollandia rolland</i>	Zambullidor pimpollo	Rs	S/P
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Cushuri	ML	G
<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano peruano	ML	S
<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato rana	MigA	P/G
<i>Anas bahamensis</i>	Pato alabanco	Rs	G
<i>Anas puna</i>	Pato puna	MigA	G
<i>Anas cyanoptera</i>	Pato colorado	Rs	P/G
<i>Fregata magnificens</i>	Tijereta de mar	MigN	S
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco o Parihuana	MigA	G
<i>Ardea cocoi</i>	Garza cenicienta	ML	S
<i>Egretta tricolor</i>	Garza pechiblanca	ML	S
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	ML	S
<i>Egretta thula</i>	Garza blanca pequeña	Rs	S
<i>Egretta alba</i>	Garza blanca grande	Rs	S
<i>Butorides striatus</i>	Garza tamanquita	Rs	S
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Rs	S
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Huaco	Rs	G
<i>Ixobrychus exilis</i>	Garcita leonana	MigN	S
<i>Plegadis ridgwayi</i>	Yanavico	MigA	G
<i>Ajaia ajaja</i>	Espátula rosada	ML	S
<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo cabeza negra	Rs	G
<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo cabeza roja	Rs	G
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	MigN	T
<i>Circus cinereus</i>	Gavilán de campo	Rs	T
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón real	MigN	T
<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	Rs	T
<i>Rallus sanguinolentus</i>	Gallineta común	Rs	S
<i>Gallinula chloropus</i>	Polla de agua	Rs	G
<i>Fulica americana</i>	Gallarreta americana	Rs	G
<i>Fulica ardesiaca</i>	Gallarreta	Rs	G
<i>Himantopus mexicanus</i>	Ciguenuela	MigA	G
<i>Vanellus resplendens</i>	Lique lique	MigA	S
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras	MigN	G
<i>Calidris minutilla</i>	Playerito pico fino	MigN	G
<i>Calidris pusilla</i>	Playerito semipalmado	MigN	G
<i>Calidris mauri</i>	Playerito occidental	MigN	G
<i>Calidris alba</i>	Playero blanco	MigN	G
<i>Phalaropus tricolor</i>	Falaropo de Wilson	MigN	G
<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	MigN	S

<i>Tringa flavipes</i>	Pata amarilla menor	MigN	S
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pata amarilla mayor	MigN	S
<i>Actitis macularia</i>	Playero manchado	MigN	S
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito trinador	MigN	S
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero comun	MigN	P
<i>Phuvialis squatarola</i>	Chorlo artico	MigN	G
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Chorlo semipalmado	MigN	G
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlo nevado	MigN	G
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo de doble collar	MigN	S
<i>Larus atricilla</i>	Gaviota centroamericana	MigN	G
<i>Larus modestus</i>	Gaviota gris	MigS	G
<i>Larus belcheri</i>	Gaviota peruana	Rs	G
<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota dominicana	MigN	G
<i>Larus cirrocephalus</i>	Gaviota capucha gris	Rs	G
<i>Larus serranus</i>	Gaviota andina	Rs	G
<i>Larus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	MigN	G
<i>Rynchops niger</i>	Rayador	MigN	S
<i>Zenaida meloda</i>	Cuculi	Rs	S
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Guardacaballo	Rs	G
<i>Rhodopsia vesper</i>	Picaflor cola ahorquillada	Rs	G
<i>Geositta peruviana</i>	Pampero peruano	Rs	S
<i>Phleocryptes melanops</i>	Totorero	Rs	T
<i>Tachuris rubrigastra</i>	Sietecolores de la totora	Rs	T
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilín	Rs	S/P
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Dormilona cabeza oscura	Rs	S
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero	Rs	S
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Santa Rosita	Rs	G
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina migratoria	MigN	S
<i>Anthus lutescens</i>	Chichirre	Rs	S
<i>Passer domestic</i>	Gorrión europeo	Rs	G
<i>Conirostrum cinereum</i>	Mielito gris	Rs	S
<i>Volatinia jacarina</i>	Salta palito	Rs	G
<i>Sporophila telasco</i>	Espiguero corbatón	Rs	G
<i>Sicalis luteola</i>	Triguero	Rs	G
<i>Sturnella bellicosa</i>	Pecho colorado	Rs	S/P
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito	Rs	S

**SOCIABILIDAD**

G = Gregarios  
 S = Solitarios  
 P = Pareja  
 T = Territoriales

**ESTACIONALIDAD**

Rs = Residente  
 ML = Migrante local, se movilizan en rangos relativamente cortos  
 MigN = Migrante de América del Norte  
 MigA = Migrante de los Andes, generalmente de lagunas altoandinas  
 MigS = Migrante de Sudamérica (Argentina - Chile)

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales

## CUADRO N° 7

Distribución y abundancia de las aves registradas en el humedal Caucaito

ESPECIE	DISTRIBUCION ESPACIAL	MICROHABITAT	ABUNDANCIA
<i>Podilymbus podiceps</i>	W	W	R
<i>Podiceps major</i>	W	W	R
<i>Rollandia rolland</i>	W	W	R
<i>Phalacrocorax olivaceus</i>	Ar/W	O	PC
<i>Pelecanus thagus</i>	W	W	C
<i>Oxyura ferruginea</i>	W	W	C est
<i>Anas bahamensis</i>	W	W/O	C
<i>Anas puna</i>	W	W/O	R
<i>Anas cyanoptera</i>	W	W/O	C
<i>Fregata magnificens</i>	Ar/Pl	Ar	C est
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	W	O/Z ind	R
<i>Ardea cocoi</i>	W	O	R
<i>Egretta tricolor</i>	W	O	R
<i>Egretta caerulea</i>	W	O	R
<i>Egretta thula</i>	W	O	C
<i>Egretta alba</i>	W	O	C
<i>Butorides striatus</i>	W	To	R
<i>Bubulcus ibis</i>	W	O/Cc	C
<i>Nycticorax nycticorax</i>	W	O/To	C
<i>Ixobrychus exilis</i>	W	To	R
<i>Plegadis ridgwayi</i>	W	O/Z Ind	R
<i>Ajaia ajaja</i>	W	O/Z Ind	R
<i>Coragyps atratus</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	R
<i>Cathartes aura</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	C
<i>Pandion haliaetus</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	R
<i>Circus cinereus</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	R
<i>Falco peregrinus</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	R
<i>Falco sparverius</i>	Ce/Z ar	Ar/Ce	PC
<i>Rallus sanguinolentus</i>	W	W/To	R
<i>Gallinula chloropus</i>	W	W/To	C
<i>Fulica americana</i>	W	W/To	C
<i>Fulica ardesiaca</i>	W	W/To	C
<i>Himantopus mexicanus</i>	W	O/Z ind	C est
<i>Vanellus resplendens</i>	W	O/Z ind	R
<i>Arenaria interpres</i>	Pl	Pl	C est
<i>Calidris minutilla</i>	Pl	Pl	C est
<i>Calidris pusilla</i>	Pl	Pl	C est
<i>Calidris mauri</i>	Pl	Pl	C est
<i>Calidris alba</i>	Pl	Pl	C est
<i>Phalaropus tricolor</i>	Pl	Pl	C est
<i>Tringa solitaria</i>	Pl	Pl	C est
<i>Tringa flavipes</i>	Pl	Pl/Z ind	C est
<i>Tringa melanoleuca</i>	Pl	Pl/Z ind	C est
<i>Actitis macularia</i>	Pl	Pl	C est
<i>Numenius phaeopus</i>	Pl	Pl	C est
<i>Haematopus palliatus</i>	Pl	Pl/Z arb	C est

<i>Pluvialis squatarola</i>	Pl	Pl	C est
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Pl	Pl	C est
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Pl	Pl	R
<i>Charadrius vociferus</i>	Pl	Pl/Z ind	C est
<i>Larus atricilla</i>	Pl	Ar/Pl	R
<i>Larus modestus</i>	Pl	Ar/Pl	R
<i>Larus belcheri</i>	Pl	Ar/Pl	C
<i>Larus dominicanus</i>	Pl	Ar/Pl	C est
<i>Larus cirrocephalus</i>	Pl	Ar/Pl	R
<i>Larus serranus</i>	Pl	Ar/Pl	R
<i>Larus pipixcan</i>	Pl	Ar/Pl	R
<i>Rynchops niger</i>	Ar/Pl	Ar	PC
<i>Zenaida meloda</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Rhodopsis vesper</i>	Cc	Cc/Z arb	PC
<i>Geositta peruviana</i>	Cc	Cc/Z ar	C
<i>Phleocryptes melanops</i>	W	To	C
<i>Tachuris rubrigastra</i>	W	To	C
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Muscisaxicola macloviana</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Troglodytes aedon</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Hirundo rústica</i>	Cc	Cc/Z arb	C est
<i>Anthus lutescens</i>	Cc	Cc/Z arb	PC
<i>Passer domestic</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Conirostrum cinereum</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Volatinia jacarina</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Sporophila telasco</i>	Cc	Cc/Z arb	PC
<i>Sicalis luteola</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Sturnella bellicosa</i>	Cc	Cc/Z arb	C
<i>Molothrus bonariensis</i>	Cc	Cc/Z arb	C

#### ABUNDANCIA

C = Común  
 PC = Poco común  
 C est = Común Estacional  
 R = Raro

#### MICROHABITAT

Ar = Aéreo  
 Ce = Cerros, estribaciones andinas  
 Cc = Campo de cultivo  
 O = Orillas de cuerpos de agua  
 To = Total  
 W = Cuerpos de agua

Z ar = Zonas áridas

Z arb = Zonas arbustivas

Z ind = Zonas inundadas

Pl = Playa marina

#### DISTRIBUCION ESPACIAL

Ar = Aéreo, sobrevolando los cuerpos de agua

Cc = Campos de cultivo y zonas arbustivas

Ce = Cerros, estribaciones andinas

W = Cuerpos de agua

Z ar = Zonas áridas

Pl = Playa marina

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales

### CUADRO N° 8

#### Categorización de las aves registradas en el humedal Caucato

Especie	Categoría (DS 034-2004- AG)	CITES	Endemismos
<i>Podilymbus podiceps</i>			Endémica*
<i>Podiceps major</i>			Endémica*
<i>Rollandia rolland</i>			Endémica*
<i>Pelecanus thagus</i>	EN		
<i>Oxyura ferruginea</i>			Endémica*
<i>Anas bahamensis</i>			Endémica*
<i>Anas puna</i>			Endémica*
<i>Anas cyanoptera</i>			Endémica*
<i>Phoenicopterus chilensis</i>	NT	Apéndice II	Endémica*
<i>Butorides striatus</i>			Endémica*
<i>Ixobrychus exilis</i>			Endémica*
<i>Plegadis ridgwayi</i>			Endémica*
<i>Ajaia ajaja</i>	EN		
<i>Falco peregrinus</i>	NT	Apéndice I	
<i>Falco sparverius</i>		Apéndice II	
<i>Pandion haliaetus</i>		Apéndice I	
<i>Rallus sanguinolentus</i>			Endémica*
<i>Gallinula chloropus</i>			Endémica*
<i>Fulica americana</i>			Endémica*
<i>Fulica ardesiaca</i>			Endémica*
<i>Geositta peruviana</i>			Endémica
<i>Phleocryptes melanops</i>			Endémica*
<i>Tachuris rubrigastra</i>			Endémica*

Endémica\* = Especie que dependen directamente de los humedales.

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales

### CUADRO N° 9

#### Relación de mamíferos registrados en el humedal Caucato

FAMILIA / ESPECIE	NOMBRE COMUN	CATEGORIA
Familia Muridae		
<i>Phyllotis amicus</i>	Ratón orejón	
<i>Mus musculus</i>	Pericote	
<i>Rattus rattus</i>	Rata casera	
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata de Noruega	
Familia Canidae		
<i>Pseudolopex culpaeus</i>	Zorro costeño	CITES (Apéndice II)

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales

### CUADRO N° 10

Relación de reptiles registrados en el humedal Caucato.

FAMILIA / ESPECIE	NOMBRE COMUN
Familia Tropicuridae	
Microlophus peruvianus	Lagartija
Microlophus thoracicus	Lagartija

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Húmedales

### CUADRO N° 11

Relación de peces registrados en el humedal Caucato.

FAMILIA / ESPECIE	NOMBRE COMUN
Familia Cichlidae	
Aequidens rivulatus	Mojarra
Cichlasoma nigrofasciatum	Mojarra
Oreochromis niloticus	Tilapia (especie introducida)
Tilapia rendalli	Tilapia (especie introducida)
Familia Mugilidae	
Mugil cephalus	Lisa
Familia Poeciliidae	
Poecilia sp	Guppy
Xiphophorus maculatus	Platys

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Húmedales

## CUADRO N° 12

Macroinvertebrados acuáticos registrados en el humedal Caucato

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Tricladida	Planariidae	Girardia festai	Planaria
Mesogastropoda	Thriaridae	Melanoides tuberculata	Caracol
Mesogastropoda	Hydrobiidae	Heleobia cumingi	Caracol
Coleoptera	Hydrophilidae	Berosus sp	Escarabajo
Coleoptera	Hydrophilidae	Tropistemus sp	Escarabajo
Diptera	Chironomidae	Chironomus sp	
Diptera	Culicidae	Aedes sp	Zancudo
Hemiptera	Notonectidae	Notonecta peruviana	Chinche acuático
Odonata	Coenagrionidae	spp 1	Libélula
Odonata	Libellulidae	spp 1	Libélula

Fuente: Gobierno Regional de Ica. Expediente Técnico del Área de Conservación Regional Humedales

## CUADRO N° 13

Contenido de Humedad en las diferentes especies de flora de estudio

Especies de Flora de los Humedales	% Humedad
Totora-Aérea	75.659
Totora-Raíz	78.534
Junco-Aérea	70.466
Junco-Raíz	80.582
Salicornia-Aérea	65.767
Salicornia-Raíz	51.626
Gramma salada-Aérea	50.104
Gramma salada-Raíz	74.99

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO N° 14

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

Especie de Flora Totora Aérea 1 año	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg./m <sup>2</sup>	Factor de Conversión	t C ha-1
M1T-A	18.8	60.0504	14.276	4.469	0.45	20.11
M2T-A	18.25	29.9931	8.437	5.134	0.45	23.1
M3T-A	18.2	39.5066	9.0084	4.15	0.45	18.68
M4T-A	18.3	57.7208	15.1168	4.793	0.45	21.57
M5T-A	18.4	45.5824	9.4032	3.796	0.45	17.08

### CUADRO N° 15

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

Especie de Flora Totora Raíz	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./0.008m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g-	Peso seco Sub muestra g.	Biomasa Herbácea Peso seco Kg. /0.008m <sup>2</sup>	Factor de Conversión	t C ha-1
M1T-R	0.350	81.5710	28.0797	0.448	0.47	14.16
M2T-R	0.360	87.5488	25.7235	0.397	0.47	12.43
M3T-R	0.330	23.0133	3.3218	0.180	0.47	5.60
M4T-R	0.360	26.1451	4.1069	0.212	0.47	6.64
M5T-R	0.350	41.5144	5.5550	0.174	0.47	5.50

Fuente: Elaboración Propia.

### CUADRO N° 16

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

Especie de Flora Junco Aérea 8 meses	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg/m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg/m <sup>2</sup>	Factor de Conversión	t C ha-1
M1J-A	8.5	12.2003	4.3475	3.029	0.47	14.24
M2J-A	7.7	20.5389	5.8543	2.195	0.47	10.32
M3J-A	7.5	21.8084	6.0307	2.074	0.47	9.75
M4J-A	8.5	11.0402	3.1896	2.456	0.47	11.54
M5J-A	7.5	26.0402	7.0274	2.024	0.47	9.51

### CUADRO N° 17

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

Especie de Flora Junco Raíz	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./0.008m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg./0.008m <sup>2</sup>	Factor de Conversión C	t C ha-1
M1J-R	0.3	18.6752	3.385	0.235	0.49	6.66
M2J-R	0.32	24.6231	5.1236	0.25	0.49	8.16
M3J-R	0.31	21.9623	3.7394	0.196	0.49	6.47
M4J-R	0.32	27.6032	5.948	0.259	0.49	8.45
M5J-R	0.32	17.9645	3.5177	0.235	0.49	7.68

### CUADRO N° 18

Determinación de las muestras de grama salada de la parte aérea en toneladas de carbono capturado por hectárea

Especie de Flora Grama salada aérea	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg/m <sup>2</sup>	Factor de Conversión C	t C ha-1 C
M1G-A	5	9.1242	5.1868	2.842	0.47	13.36
M2G-A	4.5	10.4111	5.4085	2.338	0.47	10.99
M3G-A	5	14.4016	6.8779	2.388	0.47	11.22
M4G-A	4.4	14.0862	6.1443	1.919	0.47	9.02
M5G-A	4.5	19.6014	9.6645	2.219	0.47	10.43

### CUADRO N° 19

Determinación de las muestras de grama salada de la parte raíz en toneladas de carbono capturado por hectárea

Especie de Flora Grama salada raíz	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./0.008m <sup>3</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg/0.008m <sup>3</sup>	Factor de Conversión C	t C ha-1
M1G-R	0.22	14.9222	4.0659	0.095	0.46	6.89
M2G-R	0.22	22.2901	6.5663	0.103	0.46	7.45
M3G-R	0.18	13.8597	4.1992	0.091	0.46	6.27
M4G-R	0.16	17.9781	5.5989	0.078	0.46	5.73
M5G-R	0.13	19.2931	4.8255	0.05	0.46	3.74

### CUADRO N° 20

Determinación de las muestras de Salicornia de la parte aérea en toneladas de carbono capturado por hectárea

Especie de Flora Salicornia Aérea	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg./m <sup>2</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg/m <sup>2</sup>	Factor de Conversión C	t C ha-1
M1S-A	3.1	40.9336	11.208	0.849	0.27	2.29
M2S-A	3.85	24.8627	11.7841	1.825	0.27	4.93
M3S-A	3.4	31.5706	10.4061	1.121	0.27	3.03
M4S-A	3.5	24.1981	8.6408	1.25	0.27	3.37
M5S-A	3.8	31.221	8.6533	1.053	0.27	2.84

### CUADRO N° 21

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

Especie de Flora Salicornia raíz	Biomasa Herbácea Peso fresco Kg/0.008m <sup>3</sup>	Peso Fresco Sub muestra g	Peso seco Sub muestra g	Biomasa Herbácea Peso seco Kg/0.008m <sup>3</sup>	Factor de Conversión C	t C ha-1
M1S-R	0.04	25.4561	12.7779	0.05	0.43	2.16
M2S-R	0.04	27.0603	10.6353	0.039	0.43	1.69
M3S-R	0.06	40.9301	19.1669	0.07	0.43	3.02
M4S-R	0.04	15.873	7.0378	0.044	0.43	1.91
M5S-R	0.08	27.0305	16.5443	0.122	0.43	5.26

Fuente: Elaboración Propia.

### CUADRO N° 22

Captura de carbono de la parte aérea y raíz en t C/ha por las especies de flora estudiadas.

Especies de Flora	t C/ha Aérea	t C/ha raíz
Totora	20.1	33.1
Junco	11.1	28.8
Salicornia	3.3	7.0
Gramma salada	11.0	9.6

### CUADRO N° 23

Captura de carbono total en las especies de flora estudiadas.

Especies de Flora	Cantidad en t C/ha
totora	28.9
junco	18.6
Salicornia	6.1
gramma salada	17

### CUADRO N° 24

Servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> de la parte aérea.

Especies de Flora	t CO <sub>2</sub> /ha Aérea
Totora	73.7
Junco	40.6
Salicornia	12.1
Gramma salada	40.4

### CUADRO N° 25

Cantidad total de captura de carbono y servicio ambiental captura de CO<sub>2</sub>

Especies de flora	Promedio en t C/ha	Promedio t CO <sub>2</sub> /ha
totora	20.1	73.7
junco	11.1	40.6
Salicornia	3.3	12.1
gramma salada	11	40.4

### CUADRO N° 26

Captura de carbono de la parte aérea en t C/ha para los diferentes sistemas

Sistemas	Cantidad Ton C / ha
B. Primario	485.3
B. Secundario 50 años	234.3
B. Secundario 20 años	62.1
Café- Guaba	19.3
Cacao	47.2
Arroz	1.7
Maíz	4.4
Pastos	2.3

Fuente: Lapeire, T. (2003). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín. Tesis de Magister Scientiae - UNALM, Perú.

### CUADRO N° 27

Captura de carbono de la parte aérea en especies de flora herbáceas

Totora	20.1
Junco	11.1
Gramma salada	11
Salicornia	3.3
Arroz	1.7
Maiz	4.4
Pastos	2.3

Fuente: Adaptado por el Autor de Lapeire, T. (2003). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín. Tesis de Magíster Scientiae - UNALM, Perú.

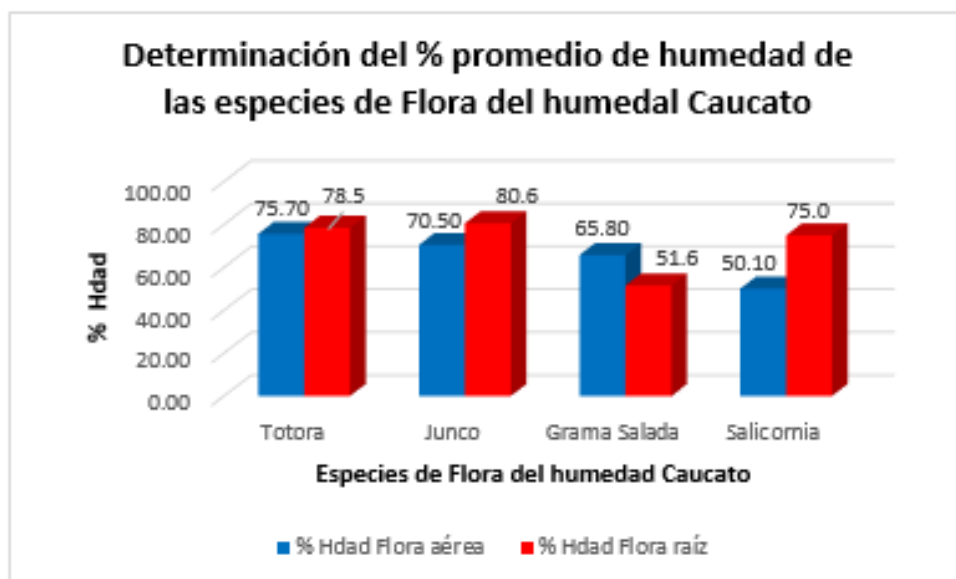
### CUADRO N° 28

Descargas medias mensuales del Río Pisco ( $m^3/s$ )

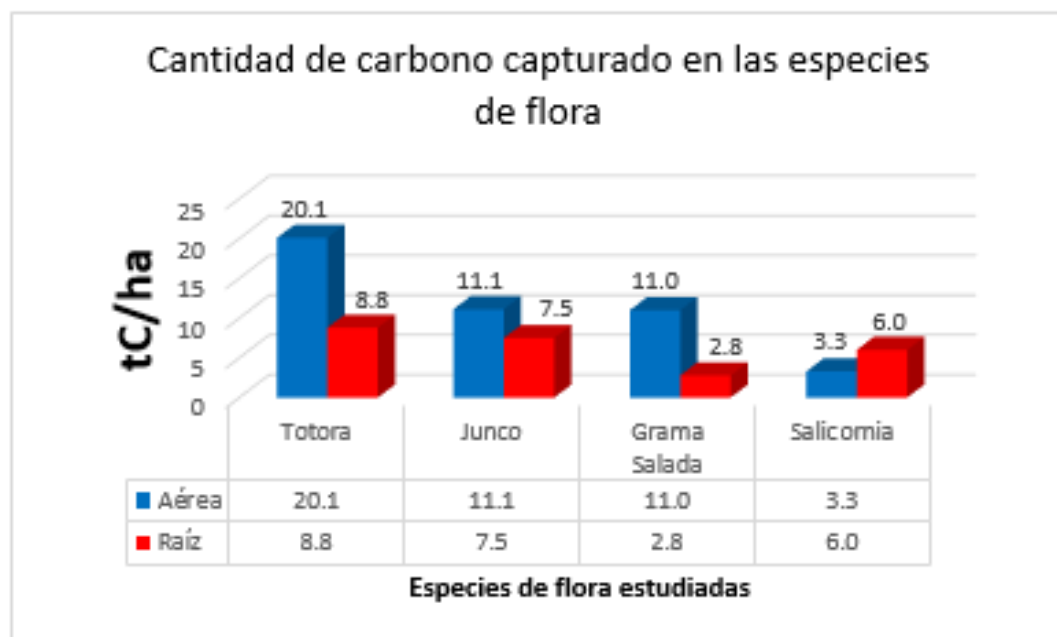
SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
1.18	2.27	3.58	10.8	27	54.4	51.5	23	5.4	2.15	1.36	1.13

Fuente: INRENA. (1995). Estudio de Factibilidad para la Derivación de las aguas del Río Pisco.

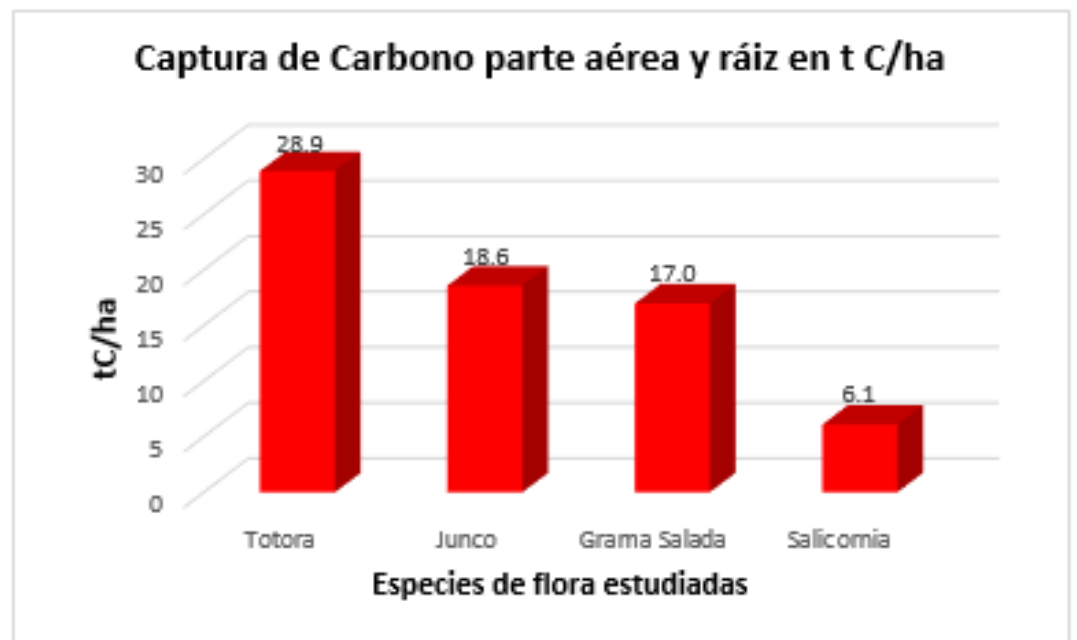
**GRAFICO N° 1**



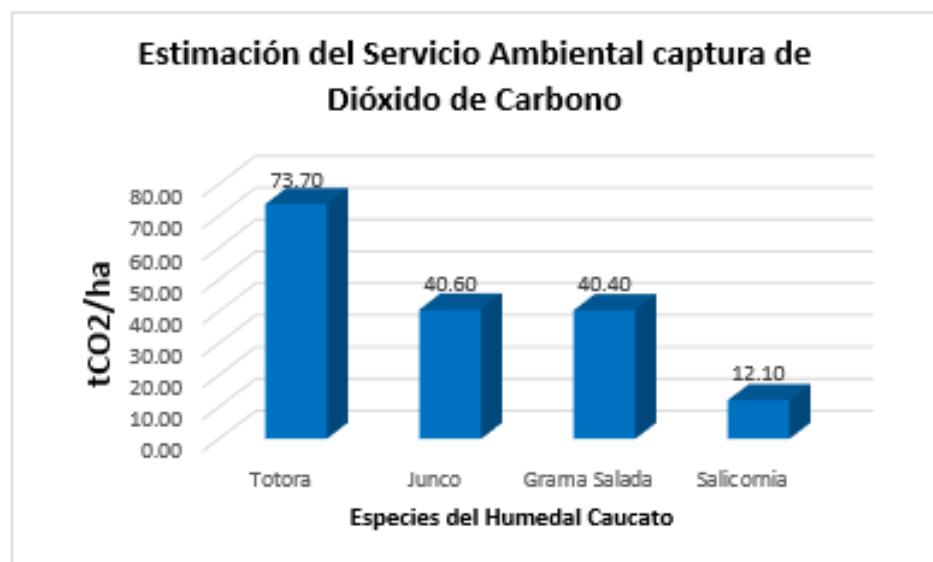
**GRAFICO N° 2**



**GRAFICO N° 3**



**GRAFICO N° 4**



**GRAFICO N° 5**

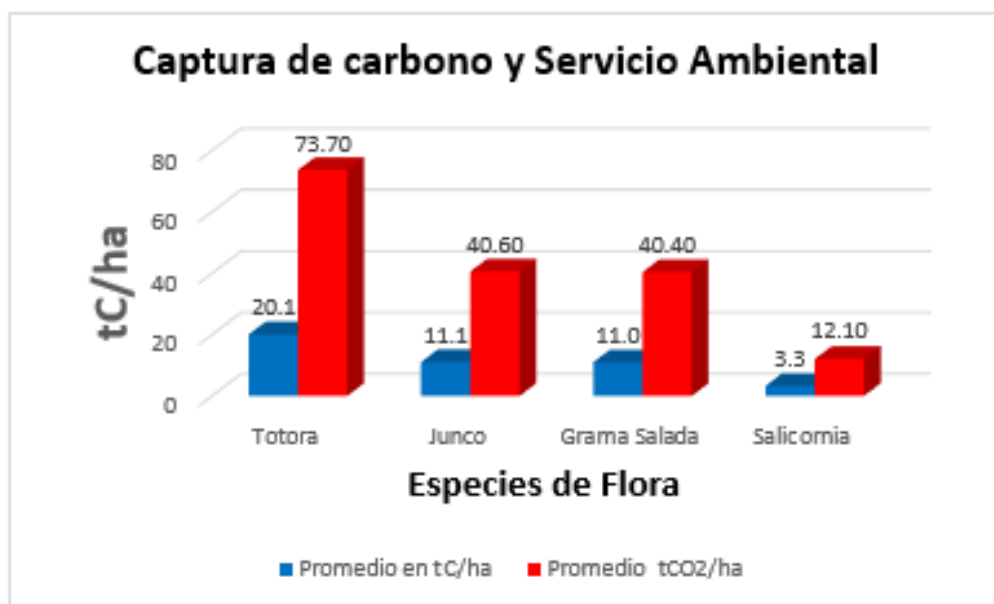
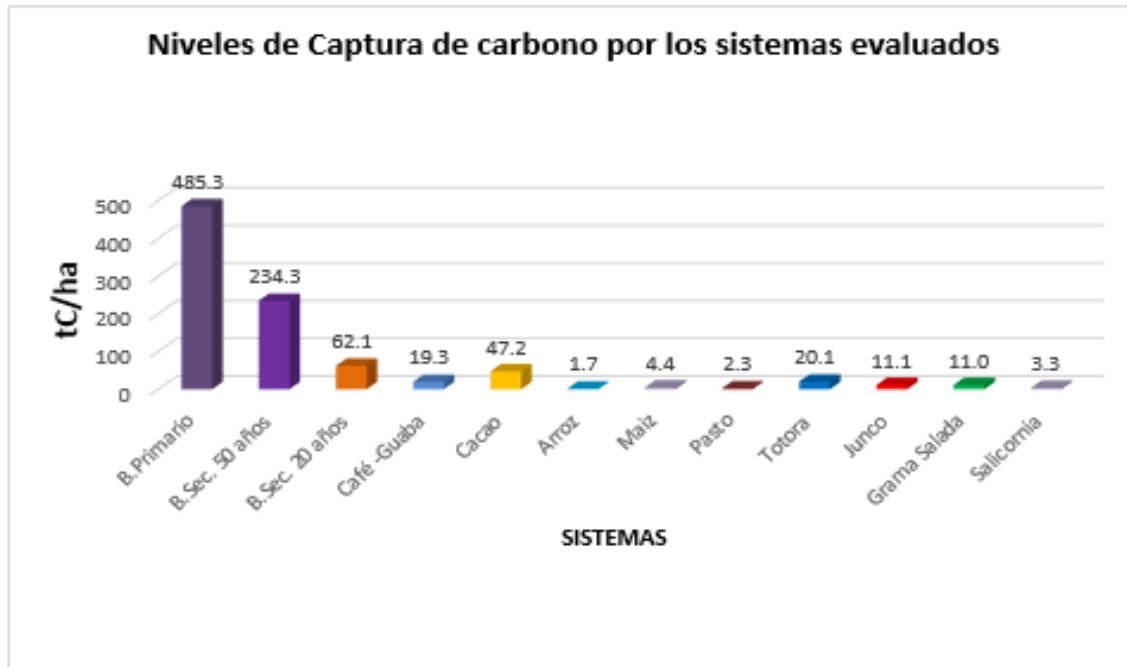
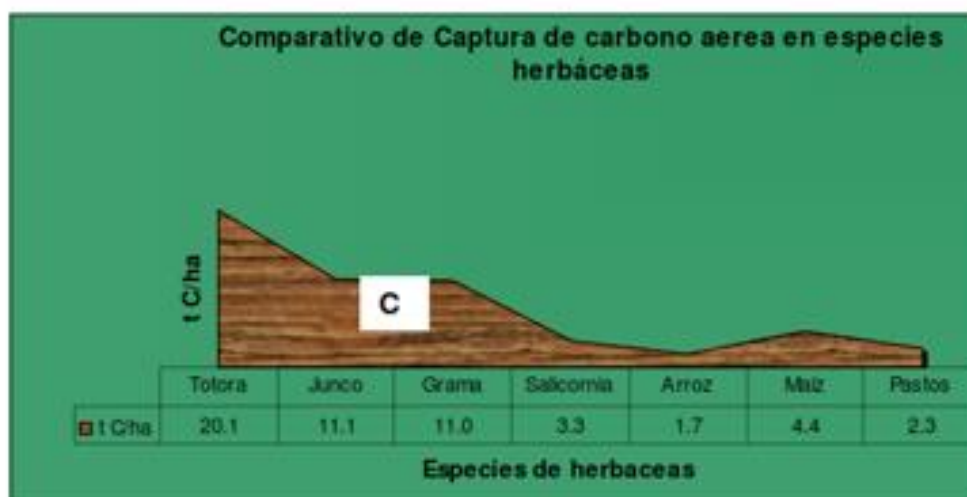


GRAFICO N° 6



Fuente: Adaptado por el Autor de Lapeire, T. (2003). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín.

GRAFICO N° 7



Fuente: Adaptado por el Autor de Lapere, T. (2003). Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín.

GRAFICO N° 08

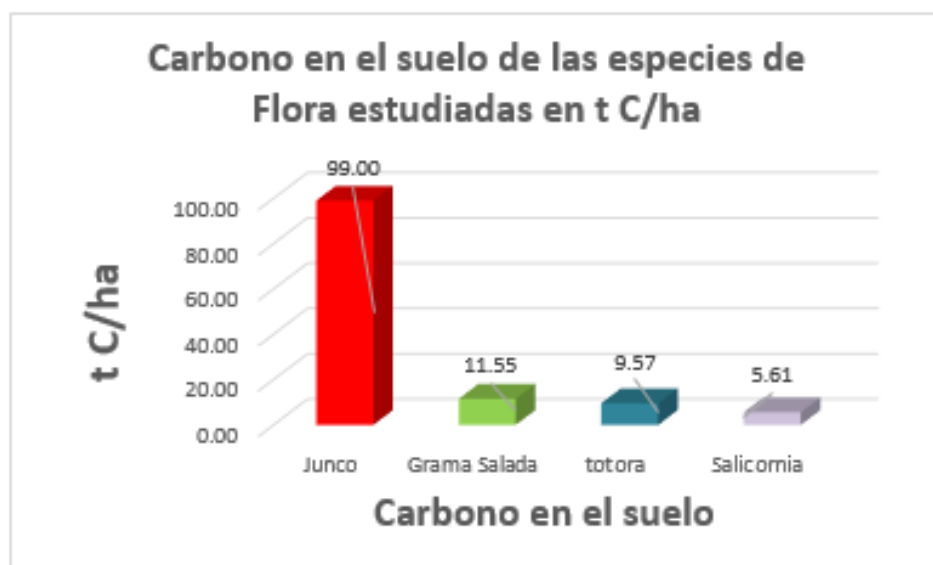
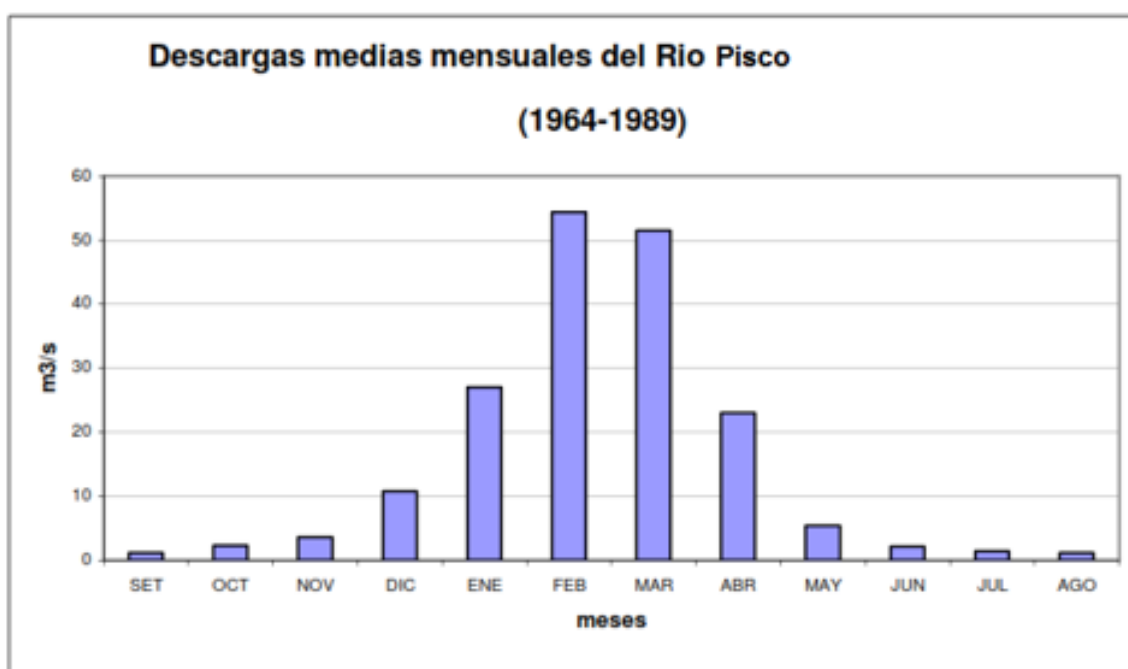


GRAFICO N° 9



Fuente: Adaptado por el Autor

