

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY  
(BICU)**



**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE  
(FARENA)**

**ESCUELA DE BIOLOGÍA MARINA**

**Monografía para optar al título de Licenciatura en Ciencias Ambientales.**

**Diagnóstico de los Humedales Long Bay y South West Bay de Great Corn  
Island (RACCS) Nicaragua 2020.**

**Autores:**

**Br. Carl Calvin Campbell Campbell**

**Br. Jabier Vicente López Rodríguez**

**Tutor:**

**Ing. Lindolfo Hodgson Suárez**

**Bluefields-RACCS-Nicaragua**

**05 mayo de 2021**

**“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”**

## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>IX</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES .....</b>	<b>2</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>V. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
5.1 Objetivo General.....	7
5.2 Objetivos Específicos .....	7
<b>VI. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
6.1 Generalidades de Corn Island .....	8
6.2 Humedales: .....	8
6.3 Tipos de humedales: .....	9
6.4 Importancia de los humedales.....	9
6.5 La calidad ambiental de un humedal .....	9
6.6 Calidad de recursos hídricos en los humedales .....	10
6.7 Indicadores de la calidad de humedales.....	10
6.7.1 Indicadores biológicos .....	10
6.7.2 Indicadores Fisicoquímicos .....	12
6.7.3 Los manglares:.....	12
6.7.4 Importancia de los manglares .....	13
6.8 Tipos de mangles: .....	13
6.8.1 Mangle rojo.....	13
6.8.2 Mangle blanco.....	15
6.7.3 Mangle negro .....	16
Árbol: .....	16
6.7.4 Mangle Botoncillo: .....	16

6.9	Uso de las aves como bioindicadores en los humedales.....	17
6.10	Calidad del agua.....	19
6.11	Calidad física .....	19
6.12	Calidad Química .....	19
6.13	Calidad Bacteriológica.....	20
<b>VII.</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>21</b>
7.1	Área de localización del estudio .....	21
	Fuente: Alcaldía de Corn Island. ....	21
7.2	Tipo de estudio.....	21
7.3	Universo.....	22
7.4	Población .....	22
7.5	La muestra.....	22
7.6	Tipo de muestra .....	22
7.7	Técnica e instrumento de la investigación .....	22
7.8	Instrumentos para la recolección de datos .....	22
7.9	Fases de la investigación de campo y laboratorio.....	23
7.10	Técnica e instrumento que se utilizaron para determinar los parámetros físico-químico y bacteriológico. ....	26
7.11	Técnica de Recolección de Datos .....	29
7.12	Análisis de datos .....	29
8.2	Comparación del resultado de muestras para ver el nivel de afectación que tiene los humedales South West Bay y Long Bay .....	34
8.3	Caracterización del estado físico de los humedales Long Bay y South West Bay. ....	35
8.4	Factores antropogénicos de los humedales Long Bay y South West Bay .....	38
	Encuestas realizadas a la población aledaña al humedal South West Bay. ....	38
8.5	Entrevista al personal del departamento de medio ambiente de la Alcaldía Municipal de Corn Island. ....	40
8.6	Las condiciones del humedal utilizando especies bioindicadores de calidad flora (plantas acuáticas) y fauna (Aves). ....	43
8.6.2	Aves bioindicadoras.....	44
8.6.3	Condiciones de los humedales .....	45
<b>IX.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>46</b>

<b>X.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>XI.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>49</b>
<b>XII.</b>	<b>ANEXO.....</b>	<b>52</b>

## **DEDICATORIA**

Dedico este estudio monográfico a Dios todo poderoso por haberme brindado la sabiduría y la fortaleza para culminar esta etapa de mi estudio profesional.

A mi abuela la Sra. Margaret Campbell quien siempre me ha apoyado e instruido por el buen camino con sus consejos, gracias por haberme dado la fortaleza durante todos estos años de mis estudios, gracias a ella pude culminar otra etapa mis estudios.

A mi padre el Sr. Dwain Carlson quien me ha impulsado a seguir mis estudios y quien me ha bendecido con su apoyo incondicional.

A mi madre la Sra. Leila Campbell por haberme brindado su amor y apoyo, que siempre me ha impulsado a salir adelante.

A mi familia más cercana, Mi hermana Yacely Campbell y Primo Oscar Gutiérrez quienes me brindaron su apoyo emocional y quienes han formado parte de esta trayectoria.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco profundamente a Dios, quien nunca me ha desamparado y quien siempre me ha llenado de infinitas bendiciones.

Un agradecimiento a mi abuela la Sra. Margaret Campbell, por haber luchado conmigo estos cinco años de mi carrera y por haber confiado en mí en todos momentos, dándome su apoyo, amor, entusiasmo, consejos e inspiración a ser mejor cada día y por lo que quiero. Agradezco a mis padres, el Sr. Dwain Carlson y la Sra. Leila Campbell, por todos sus consejos y ánimos de seguir adelante.

Agradezco a mi tutor, Ing. Lindolfo Hodgson, por haber contribuido con su sabiduría para la culminación de este trabajo monográfico, por sus consejos constructivos y por sus enseñanzas. Así mismo, quiero tomar este espacio para agradecer a todos los docentes quienes me han apoyado en mi formación profesional.

Al Dr. Asdrúbal Flores pacheco, Director del Comité de investigación y posgrado BICU, Por haber facilitado el financiamiento a nuestro trabajo monográfico y permitir que se desarrollara esta investigación de forma exitosa.

## **DEDICATORIA**

Dedico este estudio monográfico a Dios todo poderoso por haberme brindado la sabiduría y la fortaleza para culminar esta etapa de mi estudio profesional de la carrera de ciencias ambientales.

A mi padre Joslin López Salazar que en paz descansé, a mi madre Flora Rodríguez quienes siempre me han apoyado e instruido por el buen camino con sus consejos, gracias por haberme dado la fortaleza de seguir adelante durante todos estos años puede culminar mis estudios.

A mis tías Petronila López, Hilda Gómez Chorli Gómez y a mis tíos Drega Gómez quienes me ha impulsado a seguir mis estudios y quien me ha bendecido con su apoyo incondicional.

A mis cinco hermanas y a mi hermano Alan López a mis primas Isabel Henry y a mis primos quienes me brindaron su apoyo emocional y quienes han formado parte de esta trayectoria.

## **AGRADECIMIENTO**

Le agradezco profundamente a Dios, quien nunca me ha desamparado y quien siempre me ha llenado de infinitas bendiciones.

Un agradecimiento a mi padre Joslin López Salazar que en paz descansé, a mi madre Flora Rodríguez por haber luchado conmigo estos cinco años de mi carrera y por haber confiado en mí en todos momentos, dándome su apoyo, amor, entusiasmo, consejos e inspiración a ser mejor cada día y por lo que quiero.

Agradezco a mi tutor, Ing. Lindolfo Hodgson, por haber contribuido con su sabiduría para la culminación de este trabajo monográfico, por sus consejos constructivos y por sus enseñanzas. Así mismo, quiero tomar este espacio para agradecer a todos los docentes quienes me han apoyado en mi formación profesional.

Al Dr. Asdrúbal Flores pacheco, Director del Comité de investigación y posgrado BICU, Por haber facilitado el financiamiento a nuestro trabajo monográfico y permitir que se desarrollara esta investigación de forma exitosa.



## RESUMEN

La presente investigación se realizó con el propósito de diagnosticar los humedales Long Bay y South West Bay de Great Corn Island, que se encuentra localizado en el mar caribe a 81.2 km de la ciudad de Bluefields, el cual cuenta con una variedad de especies de flora y fauna que se encuentran en los ecosistemas de manglares y humedales. Con el objetivo de que la población tenga conocimiento del estado en que se encuentran los humedales y las distintas actividades antropogénicas que se desarrollan a sus alrededores, como la contaminación del agua por el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos. Se utilizó las siguientes técnicas para el cumplimiento de los objetivos. La dimensión de los humedales, el largo, la anchura, la profundidad media y la medición de caudal, para la identificación de las especies se utilizó una guía de aves de Nicaragua y plantas indicadoras de humedales, de igual manera se analizó los parámetros físico-químicos y bacteriológicos del agua. En los últimos años la expansión urbana cerca de los humedales está reduciendo el área natural a fin de dar espacio para construir casas, hoteles y restaurantes, que afecta a las distintas especies de flora y fauna que viven en los humedales tales como los peces y crustáceos que dependen de estos humedales para sus supervivencias. Los resultados obtenidos de los análisis realizados en las muestras de agua, demuestra que estos humedales están en presencia de organismos indicadores de contaminación de origen fecal; Coliformes totales +2400, pH promedio de 6.47, Conductividad promedio 74.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Turbidez promedio 4.18 NTU, Salinidad 0% y Temperatura 28°C.

**Palabras claves:** Diagnóstico, Ecosistemas, Microorganismo, Contaminantes, Especies.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out with the purpose of diagnosing the Long Bay and South West Bay wetlands of Great Corn Island, which is located in the Caribbean Sea 81.2 km from the city of Bluefields, which has a variety of flora species and fauna found in mangrove and wetland ecosystems. With the objective that the population get knowledge of the state in which the wetlands are and the different anthropogenic activities that take place in their surroundings, such as water pollution due to the mismanagement of solid and liquid waste. The following techniques were used to fulfill the objectives. The dimension of the wetlands, the length, the width, the average depth and the flow measurement, for the identification of the species a guide of birds of Nicaragua and indicator plants of wetlands were used, in the same way the physical parameters were analyzed, chemical and bacteriological of the water. In recent years, urban expansion near wetlands is reducing the natural area in order to give space to build houses, hotels and restaurants, which affects the different species of flora and fauna that live in wetlands such as fish and crustaceans that depend on these wetlands for their survival. The results obtained from the analyzes carried out on the water samples show that these wetlands are in the presence of organisms that indicate contamination of fecal origin, Total coliforms were +2400, average pH of 6.47, average conductivity 74.6  $\mu\text{S} / \text{cm}$ , average turbidity 4.18 NTU, salinity 0% and temperature 28 ° C.

**Keywords:** Diagnosis, Ecosystems, Microorganism, Pollutants, Species.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La presente investigación se realizó con el propósito de diagnosticar los humedales Long Bay y South West Bay de Great Corn Island en el año 2020, para que la población tenga conocimiento del estado en que se encuentran expuestos los ecosistemas y también las distintas actividades antropogénicas que se desarrollan en los humedales o en sus alrededores, se muestra las problemáticas causadas por la contaminación, el cual es debido al aumento demográfico y mal manejo de residuos.

El municipio de Corn Island se encuentra en el mar caribe a 81.2 km de la ciudad de Bluefields el cual cuenta con una variedad de especies de flora y fauna que se encuentran en los ecosistemas manglares a su vez cuenta con humedales que son considerados zonas de gran importancia por el convenio Ramsar de 1971, por su diversidad biológica y en muchos casos constituyen hábitats críticos para especies en peligro de extinción, además su mayor potencial está vinculado a la producción de agua potable, y que cumplen distintas funciones como el almacenamiento de aguas subterráneas, la protección contra las tormentas (MARENA citado por Quinn & Laguna 2015,p.22).

El ecosistema de manglar ejerce funciones como la retención de distintos contaminantes tales como compuestos orgánicos toxico persistentes y metales pesados provenientes de distintas actividades antropogénicas. Sirven como reguladores del flujo de agua de lluvia, sino además porque el manglar inmoviliza grandes cantidades de sedimentos ricos en materia orgánica, de igual manera beneficia a la población como recursos muy útiles para leña, madera y para la educación e investigaciones científicas.

Una de las principales importancias de los humedales es la purificación del agua subterráneas haciendo lo apto para su potabilización y consumo para los pobladores del municipio, ya que Corn Island no cuenta con fuentes fluviales de agua para que abastezca a la población, siendo estas su única fuente para la obtención de agua dulce para la localidad asimismo reducen las inundaciones, las erosiones, fijan el de dióxido de carbono, con participaciones recreativas y turísticos teniendo en cuenta que dicho municipio es uno de los lugares con más atracción turística.

## II. ANTECEDENTES

Según estudios realizados en el municipio de Corn Island, enfocándose principalmente hacia ecosistemas terrestres y muy poco a ecosistemas marinos como los arrecifes de coral y pastos marinos. (ReefMap, 2003, p.61). En donde se midieron parámetros físicos y químicos del agua para determinar el grado de contaminación de los humedales, además se realizaron encuestas y entrevistas para determinar las percepciones locales sobre la contaminación de este ecosistema. La encuesta de percepciones reveló que la mayoría de los encuestados pensaban que la condición de los humedales había empeorado en los últimos diez años. North End y la Loma en Big Corn Island fueron los barrios donde más personas percibieron cambios negativos en los humedales. Dieron como resultado que los hidrocarburos y los residuos sólidos fueron percibidos como las principales causas de la contaminación de aguas costeras. La superpoblación y la falta de tratamiento de aguas residuales en el lado occidental de Big Corn island hacen de este sitio el más expuesto a la contaminación. La condición de los humedales de la isla fue clasificada como una de las razones de preocupación del municipio. (ReefMap, 2003, p.61).

Según estudios realizados por IBEA (2013), Caracterización de los humedales de Corn Island, encontró que la mayoría de las aguas en estos ecosistemas están contaminados por agentes patógenos microbianos. Las causas de contaminación frecuentemente mencionadas fueron depósito de residuos sólidos, aguas residuales y animales muertos en los humedales. El lado occidental de la isla fue percibido como la más afectada por la contaminación por intrusión salina con respecto a las aguas cercanas a la costa, especialmente el área alrededor de Brig. Bay.

El proyecto MARENA-PACCAS4 (2012-2018), proyecto sobre el reforzamiento de capacidades locales para enfrentar los efectos del cambio climático y el proyecto IBEA-BICU, (2011-2014) desarrollaron acciones de reforestación y limpieza de humedales en el municipio de Corn island.

Según el estudio realizado por catedráticos del departamento de Ciencias Ambientales Lezama & Gutiérrez (2001) titulado ``los humedales de Corn Island en peligro`` afirma que nueve de los 12 humedales de Corn Island se encuentran contaminados, y que una de las principales razones por la que los humedales de Corn island están contaminados es debido a la gran cantidad de basura que se deposita en ellos, un alto número de personas realizan fecalismo al aire libre y una vez que llueve el agua va hacia los humedales generando enfermedades diarreicas.

IBEA – BICU (2018) realizaron un trabajo investigativo titulado Evaluación socioeconómica y ecológica en ecosistemas marino costero de Corn Island con el fin de contribuir a frenar la pérdida de biodiversidad mediante la plena integración de la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas en el desarrollo socioeconómico en el proyecto “Fortalecimiento de condiciones y capacidades de la población para la conservación y manejo sostenible de ecosistemas costeros de la Costa Caribe de Nicaragua”, se realizarán investigaciones en áreas representativas para conocer el estado de los ecosistemas, las principales amenazas que enfrentan y sus potencialidades. Que dieron como resultado que actualmente los ecosistemas marinos costeros del Caribe (arrecifes coralinos, pastos marinos, manglares, humedales y sistemas lagunares) han estado sufriendo deterioro ambiental por fenómenos naturales y actividades antropogénicas que se realizan cada día alrededor de sus hábitats.

### III. JUSTIFICACIÓN

Los humedales de Corn Island son un recurso muy fundamental para el equilibrio ecológico, el cual representa un gran ecosistema dentro de la misma isla. Asimismo, estos juegan un papel esencial en el medio ambiente, ya que cumplen funciones vitales como: hogar de una gran variedad de fauna acuática y terrestre tales como: peces en estado de alevín, crustáceos, moluscos, reptiles, aves, también, son sitios de anidamiento, alimentación, y protección, entre otros; reconociendo que pasan parte de su ciclo de vida en una zona de manglar y posteriormente salen al mar para completa su desarrollo, proporcionando al ecosistema de Corn Island una gran variedad de especies de importancia ecológica.

Además, funcionan como pulmones del medio ambiente produciendo oxígeno a través de la absorción del dióxido de carbono liberado por las distintas actividades de la población de dicho lugar, sirviendo como filtros reteniendo sedimentos y manteniendo la calidad del agua impidiendo la intrusión salina hacia el manto freático.

Esta investigación se realizó con la finalidad de diagnosticar los humedal Long Bay y South West Bay en Great Corn Island, estos humedales fueron elegidos por ser los humedales más grande de la isla, la accesibilidad que se tiene el sitio, la captación y almacenamiento de grandes cantidades de agua dulce, estando South West Bay con la mayor capacidad para ejercer dichas funciones por el tamaño que posee, su importancia ecológica debido a que contienen diversas especies de flora y fauna a su vez, dichos humedales desembocan directamente hacia mar, teniendo intercambio directos de aguas constantemente y cumpliendo diversas funciones ambientales.

Esta investigación servirá como documento base para las autoridades correspondientes, contará con los elementos técnicos e información básica que es útil para el manejo de dichos ecosistemas, con el fin de proteger y conservar los ecosistemas, considerando que es de mucho interés mitigar las potenciales fuentes de contaminación y degradación, así generando un menor impacto hacia los humedales antes mencionados. Siendo la población y la alcaldía de Corn Island como los beneficiarios directos ya que tendrán información más actualizada, sobre el estado natural de los humedales y a los estudiantes de la Universidad BICU serán

los beneficiarios indirectos porque esta investigación será de mucha utilidad como guía para realizar futuros estudios basados en la temática.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los humedales de Long Bay y South West Bay de Corn Island están siendo afectados directamente por las distintas actividades que realizan la población, una de las principales amenazas son la deforestación de los manglares, el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos domésticos que son descargados directamente hacia los humedales, afectando de forma negativa al ecosistema. Se ha observado que en los últimos años los ecosistemas de manglares están siendo destruidos poco a poco con el transcurso del tiempo, ya que son utilizados como postes para construcción de cercos y viviendas y, para uso de leñas, causando la destrucción de hábitats, la disminución de alimentos para las distintas especies de fauna, la pérdida de las especies de interés comercial y las especies que indican la salud de los humedales.

La expansión urbana reduciendo el área natural a fin de dar espacio para construir casas, hoteles y restaurantes, que también afecta a las distintas especies de flora, fauna, peces y crustáceos que dependen de ello para su existencia. Además, la tenencia de tierra cerca de los humedales para la agricultura y el pastoreo que causa devastación a las condiciones del humedal y la aplicación de agroquímicos y el pisoteo de ganado que afecta considerablemente la capacidad de retención de agua y la calidad del agua superficial e infiltrada.

Por la problemática antes mencionada expone a los humedales en zonas con entradas de mareas y oleaje de agua salada que fácilmente puede cambiar el ecosistema, las fuentes hídricas y la funcionalidad de los mismos, esto conlleva al deterioro de la calidad y potabilidad de las aguas filtradas en el manto acuífero que son las únicas fuentes de obtención de agua dulce en el municipio de Corn Island.

¿En qué condiciones se encuentran los humedales de Long Bay y South West Bay de Great Corn Island?



## **V. OBJETIVOS**

### **5.1 Objetivo General**

Diagnosticar el estado en que se encuentran los humedales Long Bay y South West Bay en Great Corn Island, Municipio de Corn Island.

### **5.2 Objetivos Específicos**

Determinar los parámetros Físicos (Turbidez, Temperatura, y Conductividad eléctrica) Química (PH y Salinidad) y Bacteriológica (Coliformes fecales, Coliformes Termotolerantes, *E. Coli*, *Streptococcus fecalis*, *Clostridium perfringens*, *Pseudónima* sp) en el humedal Long Bay y South West Bay de Great Corn Island para conocer el estado de la calidad de agua y su relación con la actividad antropogénicas.

Caracterizar el estado físico y las afectaciones antropogénicas hacia los humedales Long Bay y South West Bay.

Determinar las condiciones de calidad del humedal utilizando especies bioindicadores de flora (plantas acuáticas) y fauna (Aves).

## **VI. MARCO TEÓRICO**

### **6.1 Generalidades de Corn Island**

Corn Island es un municipio conformado por dos islas ubicadas en la Región autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua, con un gran atractivo turístico. Rodeada de arenas blancas, aguas cristalinas y arrecifes coralinos.

Los ecosistemas más importantes de la costa Caribe de Nicaragua se encuentra el sistema de humedales y los manglares de Corn Island que contiene una diversidad de ecosistemas muy importantes para el mantenimiento de las funciones ecológicas, compuesto por varios cuerpos de agua receptores que retienen agua y estabilizan los sedimentos además es uno de los principales alimentadores del manto freático de la isla, situación que representa una prioridad para las Instituciones Gubernamentales y Regionales que tienen incidencia en el tema de medio ambiente en Corn Island y la Región. (Blue-Consult 2014. p.1).

Los humedales en Corn Island, son entre muchas otras, los purificadores naturales del agua que consume la población. Se puede llegar a proteger el agua y producir una mejor calidad no solo para la isla sino para una mejor calidad de vida para la población de Corn Island. Actualmente, la población está creciendo y con ello remontan las necesidades diarias como infraestructura y desarrollo, ante esto, se está trabajando para proteger los humedales que son las reservas de aguas de consumo humano en Corn Island. (Esquivel, 2018, p.2).

### **6.2 Humedales:**

Según la convención Ramsar los humedales se definen como: “Extensiones de marismas, pantanos o turberas cubiertas de agua, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salubres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda seis metros. (secretaría de la Convención Ramsar 2006, p.9).

Una importante característica de los humedales es que poseen ciertas particularidades que hacen que no se puedan clasificar como medios acuáticos y tampoco como medios terrestres, debido a que son un ecosistema intermedio y poseen características de ambos ecosistemas.

## **6.2 Tipos de humedales:**

**Marinos:** Son humedales situados en las costas.

**Estuarios:** Ubicados donde los ríos desembocan en el mar. Incluyen manglares, deltas y marismas de mareas, cuya salinidad es media.

**Lacustres:** Evidentemente, son humedales conectados con lagos.

**Palustres:** Son humedales de aspecto pantanoso, como las marismas y las ciénagas.

**Ribereños:** Están situados a los lados de ríos y arroyos.

**Artificiales:** Son creados por el hombre con un propósito específico: servir como embalses, como criaderos de especies acuáticas comerciales, como canales, etcétera.

## **6.4 Importancia de los humedales**

Los humedales resultan ser ecosistemas de gran importancia ambiental por la gran variedad de servicios ecosistémicos que ofrecen. Debido a la gran diversidad biológica y sustentan extensas redes alimentarias y las funciones que desempeñan en los ciclos hidrológicos y químicos se denominan como riñones del medio natural. Estos ecosistemas sirven como almacenes hídricos, reguladores hídricos, purificadores hídricos, hábitat para una gran variedad de especies de fauna y flora. (Moreno et al s.f p. 4).

Los manglares son plantas que tienen una alta tolerancia a la salinidad, un fenómeno que se conoce como halófila. Con las oscilaciones del nivel del mar a causa de las mareas, la salinidad también cambia y por ello los manglares tienen que adaptarse a este fenómeno. Las hojas de las plantas típicas de este ecosistema disponen de unas glándulas que segregan la sal absorbida, además de una cubierta cerosa (cutícula) que evita la pérdida de su propia agua. Además, permite que las plantas de mangle vivan en un ambiente salado sin secarse. Haciendo un símil del ciclo integral del agua, las plantas de los manglares parece que hagan un proceso de desalinización natural (Duran, 2017, p. 138). Por otra parte, los manglares juegan un papel principal en mantener la calidad del agua y la estabilidad de la línea de costa, controlando la distribución de nutrientes y sedimentos en aguas estuarinas.

## **6.5 La calidad ambiental de un humedal**

Es un conjunto de características o propiedades inherentes del mismo que nos permite hacer comparaciones con otros humedales con el fin de hacer un paralelo en función de su estado

de conservación. Desde un punto de vista económico la calidad ambiental de un humedal está basada en la importancia o calidad de los recursos naturales que este le genere al hombre. Y en materia ecológica la calidad está dada por el mantenimiento del estado de sus procesos o dinámicas de funcionamiento ( Ortega, 2003, p.10).

## **6.6 Calidad de recursos hídricos en los humedales**

La descarga de material contaminante a los cuerpos de aguas asociados a humedales, hace que las características fisicoquímicas de dichos cuerpos de aguas presenten valores atípicos en cuanto a la calidad adecuada del recurso hídrico en los ecosistemas de humedal. Teniendo en cuenta lo anterior es evidente que la calidad del agua en los humedales es muy propensa a sufrir fluctuaciones más aún en los humedales que se ven afectados por diferentes actividades antrópicas.(Henaó, 2015 p. 18).

## **6.7 Indicadores de la calidad de humedales**

### **6.7.1 Indicadores biológicos**

El concepto de indicador biológico o bioindicador se refiere únicamente a especies seleccionadas por su sensibilidad o tolerancia a diferentes factores que pueden llegar a afectar su vida tales como:

Los peces (ictiofauna) son indicadores biológicos de gran importancia, debido a su longevidad que oscila entre los 20 y 30 años, son indicadores que permiten tener datos históricos sobre los impactos que se han generado en las masas de agua. También su nicho hace que jueguen un papel importante en los ecosistemas, gracias a que sirven como transportadores de sustancias e influyen en el flujo de energía (Gómez, et al. 2009, p. 26).

Se consideran indicadores útiles para llevar un seguimiento a los cambios hidromorfológicos que produzcan alteración del hábitat que conlleve a: la disminución en la profundidad del humedal, la composición granulométrica; morfología del lecho y vegetación de ribera. Ya que los peces también son sensibles a los cambios fisicoquímicos que pueden producir: Contaminación de los cuerpos de agua, eutrofia y aparición de toxicidad por algas y la desoxigenación del agua. (Gómez, et al, 2009, p. 26).

Otro tipo de indicadores biológicos son las plantas acuáticas o Macrófitas, abarcan distintos grupos de comunidades vegetales, entre las que se encuentran las plantas vasculares acuáticas.

Generalmente se encuentran tres formas de Macrófitas: flotantes, sumergidos y emergentes. son considerados indicadores útiles para determinar parámetros fisicoquímicos que generen: Reducción en la transparencia del agua, variación de la mineralización y eutrofia. Además, las plantas acuáticas también son sensibles a los cambios hidromorfológicos que generen: Variación del nivel del agua, cambios en el periodo de inundación y variación de las características morfológicas (Gómez, et al, 2009, p. 30).

Este tipo de indicadores son bastante sensibles a los cambios ocasionados por la contaminación de las aguas, y son los primeros organismos en reaccionar de manera negativa debido a estos cambios, por eso son denominados indicadores primarios (Gómez, et al, 2009, p.30).

Las bacterias también son consideradas indicadores biológicos para determinar más precisamente la calidad bacteriológica de los cuerpos de agua. Las más utilizadas para determinar la calidad de las aguas, son las Coliformes, dado que este tipo de bacterias dan evidencia de la presencia de contaminación fecal por descarga de desechos. (Vásquez, 2006.p.35).

Las Microalgas son organismos microscópicos que forman parte del fitoplancton, han sido consideradas como uno de los bioindicadores de alerta temprana más eficientes, ya que pueden determinar de manera precisa y rápida las características en cuanto a la calidad de los sistemas acuáticos (Gómez, et al, 2009, p.39).

Los macroinvertebrados también pueden ser eficaces en la indicación de la salud relativa de los humedales, debido a una gran variedad de características que los hacen indicadores muy eficientes, estos organismos resultan ser fáciles de medir debido a que en su gran mayoría son sedentarios lo cual ayuda a determinar el origen de la contaminación, algunos presentan ciclos de vida relativamente largos lo cual ayuda a analizar las condiciones de los cuerpos de agua a través del tiempo. (Gómez, et al, 2009, p.41).

Los Invertebrados bentónicos (animales invertebrados) son organismos animales que por su tamaño que oscila entre los 0.5 y 3 mm resultan ser visibles para el ojo humano. Estos organismos resultan ser indicadores de gran utilidad debido a su amplia variedad de especies y a las características que presenta cada uno lo que los hace ser indicadores bastante eficientes para determinar las diferentes condiciones del agua. (Gómez, et al, 2009, p.45).

Entre la gran variedad de indicadores de la calidad ambiental de los humedales están las aves como: bioindicador bastante eficiente debido a que poseen una serie de características que las hacen indicadores eficientes. Son especies que resultan de fácil detección, su identificación es rápida y sencilla, son uno de los grupos taxonómicos más estudiados y sobre los cuales se tiene más información, su crecimiento o disminución en la población es una de las características que las hace un buen indicador y porque son buenas indicadoras de los cambios ambientales y de las zonas más importantes para conservar otros grupos taxonómicos tales como los anfibios, insectos, etc. (Gómez, et al, 2009, p.49).

### **6.7.2 Indicadores Fisicoquímicos**

Los muestreos de aguas con indicadores fisicoquímicos que permitan analizar la calidad de la misma resultan ser de gran importancia ya que este tipo de indicadores arrojan un resultado claro y preciso, hay que tener en cuenta, que dichos resultados se utilizan para analizar las condiciones del agua, pero a corto plazo (Gómez, et al, 2009, p.43). También son importantes para determinar las condiciones o características físicas y químicas que presentan los ecosistemas, en especial los cuerpos de agua asociadas a los humedales.

### **6.7.3 Los manglares:**

Son un tipo de ecosistemas costeros y húmedos muy representativo de zonas tropicales y subtropicales, sobre todo de regiones pantanosas e inundadas. Son ecosistemas muy ricos en cuanto a biodiversidad, que surgen del estrecho contacto entre el ambiente terrestre y el marítimo, es decir, mares y ríos (Sánchez, j 2019, p.4).

#### **6.7.4 Importancia de los manglares**

Es hábitat de estadios juveniles de muchos peces pelágicos y litorales, moluscos, crustáceos, equinodermos, anélidos, cuyo hábitat en estadios adultos son las praderas de fanerógamas, las marismas, lagunas costeras y aguas dulces en el interior de los continentes (Aproximadamente el 70 % de los organismos capturados en el mar, realizan parte de su ciclo de vida en una zona de manglar o laguna costera). Además, funcionan como pulmones del ambiente porque producen oxígeno y usan el bióxido de carbono del aire. Poseen una productividad primaria muy alta lo que mantiene una compleja red trófica con sitios de anidamiento de aves, zonas de alimentación, crecimiento y protección de reptiles, peces, crustáceos, moluscos, un gran número de especies en peligro de extinción, entre otros.

#### **6.8 Tipos de mangles:**

**6.8.1 Mangle rojo** (*Rhizophora mangle*). Es una especie de la familia Rhizophoraceae, cuya característica es ser la especie típica del ecosistema manglar. Se conoce comúnmente como cunapo, mangle, mangle rojo, mangle colorado, mangle de chifle, mangle zapatero y en inglés como mangrove. Es un árbol característico de los manglares, que tiene como estructura llamativa sus raíces llamadas zancos, las cuales se observan como proyecciones aéreas del tallo, además presenta raíces tipo neumatóforos que emergen desde el suelo. (Blanco, 2020, p.2).

**Árbol:** El mangle rojo es un árbol perennifolio, de hábitat salino, cuya longitud puede ser desde 1.5 metros a 15 metros, incluso llegando algunos hasta 30. El diámetro a la altura del pecho puede llegar a ser de hasta 50 cm.

**Hojas:** *Rhizophora mangle* posee una copa con forma redondeada, sus hojas son opuestas y simples, con peciolo y de forma elíptica a oblonga. Las hojas se presentan de forma aglomerada en los extremos de las ramas y cada una mide entre 8 y 13 cm de largo y 4 a 5.5 cm de ancho, son coriáceas y gruesas, con textura lisa, en el haz tienen un color verde oscuro, mientras que en el envés son amarillentas con puntos negros.

**Corteza:** Por su parte, la corteza externa es de color oliva pálido y tiene manchas grises, con la particularidad que si esta corteza se raspa cambia a color rojo. Asimismo, la corteza es inolora, amarga, de textura lisa-rugosa, aspecto duro, con bastantes fibras y se desprende con mucha facilidad en escamas.

De otra forma, la corteza interna es de color rojo intenso con aspecto granuloso por la presencia de fibras y esclereidas. Esta corteza presenta lenticelas hipertrofiadas en el área sumergida de raíces y tallos. El espesor de la corteza es de unos 20 a 30 mm.

**Raíces:** *Rhizophora mangle* desarrolla raíces fúlcreas, ramificadas, arqueadas y curvas, en donde sobresalen las raíces modificadas llamadas zancos prolongaciones aéreas del tallo. También pueden presentarse como raíces prolongadas cortas que emergen desde el suelo y se llaman neumatóforos.

**Flor:** La flor del mangle rojo consiste de inflorescencias simples de 2 o 3 flores, con pedúnculos entre 3 y 5 cm. Las flores son actinomorfas y la corola mide unos 1.8 cm de diámetro. Consecuentemente, el cáliz mide 1.5 cm de diámetro, tienen 4 sépalos amarillos gruesos y coriáceos de unos 4.1 mm de ancho. Muestra 4 pétalos blanco-amarillentos en la base, y en la parte superior un tono moreno-rojizo de unos 2.6 mm de ancho.

**Fruto:** El fruto del mangle rojo es una baya de color marrón, de textura coriácea y dura, farinosa, piriforme, de unos 2 a 3 cm de largo por 1.5 cm de ancho; a su vez, el cáliz es persistente. Normalmente por fruto se desarrolla una semilla, aunque a veces puede que traiga hasta dos.

**Semilla:** El mangle rojo posee viviparidad en su semilla, es decir, que germina en el interior del fruto. La semilla presenta propágulos curvos de color verdoso-pardo en su parte inferior, además presenta lenticelas. Las semillas pueden medir entre 22 y 40 cm de largo, y entre 1 a 2 cm de diámetro en la parte más ancha, su peso es de 50 g aproximadamente. (Blanco, 2020, p.3).

**Distribución:** El mangle rojo es una especie pan tropical. En México se encuentra a todo lo largo de la zona costera del Golfo, en el océano Pacífico y en el mar Caribe. También se encuentra distribuido en latitudes extremas como en Baja California o hacia el sur de Chiapas. Su rango de distribución altitudinal es a nivel del mar. Esta especie vegetal se extiende desde las costas americanas continuamente y desde la parte baja de Sonora hasta Ecuador en Sudamérica, inclusive en el archipiélago de los Galápagos.

Por otra parte, en el océano Atlántico el mangle está presente de forma discontinua comenzando desde las costas de Florida hasta Brasil. En el mar Caribe se puede encontrar en las islas Bermuda y Bahamas, en las Antillas Mayores y Menores. En otros sitios como Hawái, e incluso en África desde Angola hasta mauritana, también se puede conseguir esta especie.



**6.8.2 Mangle blanco** (*Laguncularia racemosa*): es una especie arbórea de crecimiento moderadamente rápido, que pertenece a la familia Combretaceae. Es una planta que habita en los manglares desde el sur de Florida hasta sur de Brasil y norte de Perú. Esta especie de mangle también se encuentra en las costas del oeste de África. Los árboles del mangle blanco se caracterizan por medir aproximadamente 15 metros de alto y presentar raíces zancudas. La madera de *L. racemosa* es moderadamente pesada pero no muy duradera. (Blanco, 2020, p.4).

**Árbol:** *Laguncularia racemosa* es una especie de árbol que tiene crecimiento relativamente rápido, siempre-verde, y presenta tallos múltiples. Usualmente el mangle blanco puede ser pequeño (menos de 15 metros), y grande (hasta 25 metros de altura), con tallo de casi 60 cm de diámetro.

**Hojas:** Las hojas del mangle blanco se localizan de manera opuesta sobre ramas ascendentes. Tienen forma elíptica y redondeada en el ápice. Usualmente las hojas pueden llegar a medir entre 4 y 10 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho. La superficie adaxial de las hojas es verde oscuro con apariencia brillante, mientras que el envés tiene un color verde-amarillento.

**Corteza:** La corteza externa tiene color gris claro a café rojizo oscuro, con manchas claras, es de sabor amargo, con exudado rojizo. La textura de la corteza es lisa a semirrugosa, con marcas longitudinales anchas, poco profundas, forman placas grandes irregulares y muy duras.

**Raíces:** El mangle blanco desarrolla un tipo de raíz aérea denominada neumatóforo. Estas estructuras tienen crecimiento secundario y deriva principalmente de raíces horizontales. La función principal de los neumatóforos es la de proveer oxígeno a los tejidos de la raíz, en condiciones de anegación.

**Flores:** Las flores de *L. racemosa* tienen coloración blanca-verdosa y se localizan en panículas terminales, formando una inflorescencia. El mangle blanco tiene flores masculinas y perfectas por separado, que se diferencian solo en el tiempo de aparición, la floración ocurre en todo el año.

**Fruto:** El fruto es ligeramente carnoso, con una semilla (drupa), y de color verde en inmadurez y pardusco cuando ha madurado. Los frutos son aplanados, con longitud de 2 cm, y tienen forma obovada-elipsoidal.

**Semilla:** La semilla mide aproximadamente 2 cm de largo y está rodeada de una membrana papirácea. Las plantas de *L. racemosa*, son ocasionalmente vivíparas.

**Distribución:** El rango de distribución del mangle blanco incluye las costas del sudeste de Florida, las Bermudas, las costas desde México hasta el sureste de Brasil y el noroeste de Perú. También puede crecer en los ambientes costeros del oeste africano, desde Senegal hasta Angola.  
Blanco

**6.7.3 Mangle negro** (*Avicennia germinans*). Es un arbusto o árbol perenne de porte pequeño que pertenece a la familia Acanthaceae. En promedio mide 5 metros de altura con un tallo que presenta un diámetro de 20 a 60 cm. Las raíces son superficiales y algunas se diferencian en neumatóforos. (Blanco 2020 p.8).

**Árbol:** El mangle negro es un árbol o arbusto siempreverde nativo del estado de Florida, siendo monoico y mide de 2 a 8 metros de altura.

**Hojas:** Las hojas del mangle negro tienen forma elíptica y se disponen de manera opuesta; son gruesas con consistencia coriácea y presentan glándulas en extremo apical. Cada hoja mide de 3 a 15 cm de longitud por 1 a 4 cm de ancho y cuelga de un pecíolo grueso de 1.3 cm de largo.

**Corteza:** posee corteza de color marrón oscuro, la cual tiene escamas irregulares, aplanadas y ásperas.

**Raíces:** presenta raíces superficiales y desarrolla también raíces modificadas para capturar el oxígeno en ambientes anegados, denominadas neumatóforos.

**Flores:** Las flores se organizan en inflorescencias axilares, las cuales miden de 2 a 6 cm de largo. A su vez, las flores son sésiles con anchura de 1 a 2 cm. Los pétalos desarrollan un tubo de 0.3 a 0.4 cm de largo y tienen color verdoso, crema o blanco. Los cuatro estambres miden de 0.4 a 0.5 cm de largo.

**Frutos:** Mientras tanto, los frutos miden de 2 a 3 cm de diámetro, son planos, verde oscuro y con un pericarpio aterciopelado.

**Semilla:** La semilla se encuentra la primera raíz, llamada radícula de 1.5 cm de largo, cubierta de una pelusa de protección de color amarillenta, adherida al borde de la semilla. Las semillas germinan generalmente dentro del fruto, cuando todavía se encuentra en el árbol.

**Distribución:** se distribuye en el nuevo mundo, desde el sudeste de Norteamérica, Bermudas, Indias Occidentales, Centroamérica, Sudamérica y el oeste tropical de África.

**6.7.4 Mangle Botoncillo:** (*Conocarpus erectus*). Es un miembro común de la asociación de manglares en las zonas tropicales y subtropicales del hemisferio oeste. Es una planta perenne

de crecimiento arbóreo que pertenece a la familia Combretaceae, y es uno de los dos miembros del género *Conocarpus*. (Blanco 2020, p.6).

**Árbol:** *Conocarpus erectus* es una planta dioica perenne de crecimiento arbóreo que mide entre 8 a 10 metros de altura. Sin embargo, se han encontrado individuos que miden hasta 20 metros de longitud. Es una especie de mangle sumamente ramificado, llegando a producir una copa con amplitud de 6 a 9 metros.

**Hojas:** Las hojas del mangle botoncillo son lanceoladas o elípticas, de 3 a 8 cm de largo por 1 a 3 cm de ancho. A su vez, son de color verde con nervadura central muy prominente de color amarillo. Ambos extremos son puntiagudos, con ápice acuminado y con dos glándulas en la base. Cada hoja cuelga de un pecíolo muy corto de 3 a 10 mm de largo.

**Corteza:** La corteza del tallo y ramas es de color gris-blanquecino y el tallo puede medir 1 metro de diámetro.

**Flores:** Las flores se organizan en capítulos en forma de globo, tipo cono, de 2 a 3 cm de diámetro. Las flores pueden ser bisexuales o bisexuales y femeninas en la misma inflorescencia. Las flores tienen cinco partes, subtendidas por brácteas cóncavas, ovadas y con ápice acuminado.

**Frutos:** Los frutos del mangle botoncillo miden de 10 a 12 mm de diámetro, son correosos, lateralmente aplanados, con dos alas, y están organizados tipo tejado en una estructura tipo cono. A su vez, el pericarpio es delgado, correoso en la superficie exterior y con aerénquima esponjoso en las capas internas. Además, los frutos tienen coloración marrón-purpúrea.

**Semillas:** Las semilla se rompen en la fase de madurez, y las semillas son dispersadas por el agua.

**Distribución:** La distribución de esta especie se extiende desde las islas del Caribe, incluyendo Bermuda y Las Bahamas, a través del estado de Florida y el noreste de México. Mientras que hacia el sur habita en las costas del Atlántico, en las costas del Pacífico extendiéndose desde el norte de México hasta el noroeste de Perú, incluyendo las islas Galápagos.

## **6.9 Uso de las aves como bioindicadores en los humedales**

El uso de las aves como bioindicadores de cambios ambientales se fundamenta en que debido a su posición en la escala trófica se verán afectados por una gran variedad de factores. Esta “bondad” de las aves como concentradoras de efectos, representa en sí mismo un problema

cuando pretendamos examinar los cambios en las poblaciones de aves frente a un factor aislado. Las aves no estarán afectadas únicamente por ese factor que nos interesa en ese momento, si no por un conjunto de variables que cuanto mejor conozcamos, mayor será nuestra confianza en la bondad de los resultados obtenidos.

Debido principalmente al sesgo de los seres humanos hacia las aves, se han acumulado bases de datos de censos de aves acuáticas que pueden servir como herramientas únicas para estudiar los cambios históricos en los ecosistemas acuáticos, actuando en distintas escalas. (Delany, 1999, p. 54).

En el caso de Doñana, existen censos de aves acuáticas desde los años 60 que proporcionan una oportunidad única para estudiar los cambios desde entonces en las marismas y otros humedales, ya que apenas existen datos alternativos (sobre calidad de agua, vegetación, invertebrados, etcétera). Sin embargo, hasta la fecha apenas se han analizado dichos datos, debido al ingente esfuerzo de análisis de datos que ninguna administración ha decidido financiar por el momento.

En principio, las aves acuáticas pueden servir como bioindicadores en distintas escalas, y su eficacia como tal dependerá en parte en la escala utilizada. En escalas mayores nacional o regional, por ejemplo. Correspondiendo con distintas poblaciones biogeográficas de aves migratorias, se detectan declives en algunas poblaciones de aves acuáticas que parecen explicarse por la pérdida de hábitat (deseccación y degradación de humedales). Entre las varias regiones utilizadas por distintas poblaciones de anátidas en el Paleártico Occidental, se han detectado declives poblacionales asociados a pérdida de hábitats sobre todo en el Mediterráneo occidental y oriental, debido a la mayor tasa de pérdida de humedales en estas regiones (Delany, 1999, p. 57).

Evidentemente, donde desaparecen los humedales, desaparecen las aves también, y la destrucción de hábitat es el problema más importante a que se enfrentan las especies amenazadas de aves acuáticas (BirdLife International, 2000, p. 71-75). En escalas inferiores, las características físicas de los humedales (tamaño, forma, perfil de profundidades, presencia y distribución de vegetación emergente, etcétera) influye mucho sobre la diversidad y abundancia de aves acuáticas.

Diversos trabajos cuantifican lo que cualquier ornitólogo sabe: patos buceadores se encuentran en zonas más profundas que patos nadadores, distintos limícolas utilizan profundidades distintas para alimentarse en función del tamaño de sus patas y de su pico, muchas garzas (especialmente

en la época de cría) y rálidos tienen una estrecha relación con manchas de vegetación emergente, etcétera (Ntiamoá-Baidu, 1998, p. 89).

Igualmente, los humedales más grandes albergan más especies de aves, y las que se encuentran en los sitios más pequeños suelen ser las especies más abundantes y ubicuas en general (Elmberg, 1994, p. 75). Además, la diversidad y abundancia de aves que usan un humedal aumenta con la proximidad a otros humedales, es decir que hay un efecto de aislamiento que complica la relación entre las características de un humedal determinado y las aves que en él habitan.

### **6.10 Calidad del agua**

La calidad del agua es una medida de la idoneidad de agua para un uso particular seleccionado basada en características físicas, químicas y biológicas. Para determinar la calidad del agua, los científicos primero miden y analizan estas características y luego son comparadas con las normas establecidas y directrices numéricas para concluir si el agua es apta para un uso particular. (Orlando, 2010, p. 10).

Los indicadores más utilizados para evaluar la calidad del agua son los físicos, químicos y biológicos son:

#### **6.11 Calidad física**

La calidad física del agua es estudiada para conocer si las propiedades físicas del agua son apropiadas para su uso. Para evaluar la calidad física del agua son tomadas en cuenta variables físicas y estas no afectan la composición química del cuerpo de agua. Las variables físicas estudiadas en esta investigación son: Temperatura, Color Verdadero, Conductividad, Sólidos Totales Disueltos y turbidez.

#### **6.12 Calidad Química**

La calidad química del agua es estudiada para conocer si una fuente contaminante está modificando la composición química del recurso hídrico. Para evaluar la calidad química del agua se toman en cuenta variables químicas como: PH, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cloruros, Amonio, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos, Dureza Total, Fluoruros, Nitrógeno Total, Hierro Total, Compuestos organoclorados, compuestos organofosforados, herbicidas.

### **6.13 Calidad Bacteriológica**

La calidad biológica del agua se estudia para determinar la ausencia o presencia de bacterias patógenas, se utilizan principalmente enterobacterias tales como: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *salmonella*, Coliformes totales y Coliformes Termotolerantes entre otros como indicadores de contaminación del agua, que pueden afectar de manera directa a la salud humana.

La determinación de microorganismos como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua. Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con su ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos. Además, un buen indicador debe ser específico de contaminación fecal debe hallarse en forma constante en las heces y estar asociado a las aguas residuales. (Orlando, 2010, p. 12).

Los microorganismos indicadores contemplados por las Normas Técnicas Nicaragüenses son para controlar la cantidad de un determinado microorganismo en el agua, siendo este microorganismo la causa de una enfermedad específica o un indicador de las condiciones dentro de las cuales se podría transmitir enfermedades.

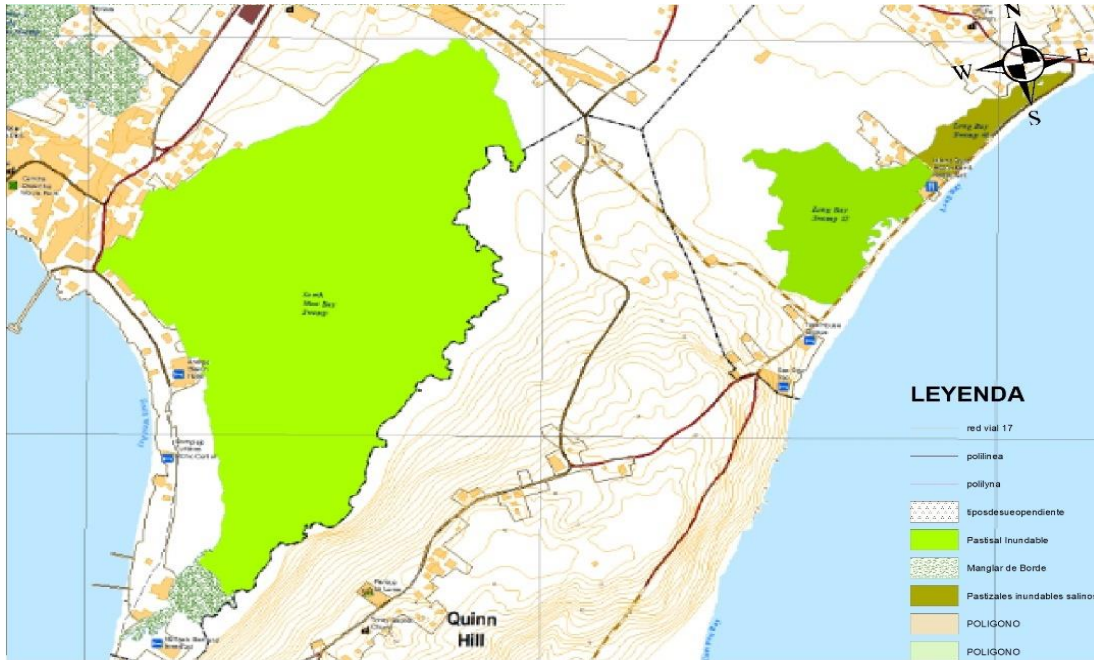
En este sentido, la determinación de Coliformes se usa como indicador de la eficacia del tratamiento. Los Coliformes Termotolerantes se definen como el grupo de organismos Coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44°-45°C, comprenden el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los Coliformes Termotolerantes distintos de *E. Coli* pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo, de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos Coliformes Termotolerantes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales. (OMS, 2006, p. 4).

## VII. DISEÑO METODOLÓGICO

### 7.1 Área de localización del estudio

Este estudio se llevó a cabo en el municipio de Corn Island, que está ubicado geográficamente en el mar caribe. Posición geográfica entre las coordenadas 12° 08' 40" y 12° 11' 83" latitud norte y entre las longitudes oeste 83° 04' 24" y 83° 01' 38". Su distancia con Bluefields (cabecera municipal) es de 83.3 km. El humedal Long Bay se encuentra en las coordenadas UTM X 277012.29 Y 1345703.73 y el humedal South West Bay se encuentra en las coordenadas X275161.62 Y1345323.85

**Figura N. ° 1 Mapa del los humedales South West Bay y Long Bay, Great Corn Island.**



Fuente: Alcaldía de Corn Island.

### 7.2 Tipo de estudio

El presente estudio es de tipo descriptivo con enfoque cualitativo ya que se determinará el estado actual de los humedales y las especies presentes en los ecosistemas. Es de corte transversal, ya que la toma de datos fue una vez en cada punto de muestreo en un determinado tiempo.

### **7.3 Universo**

El universo estaba conformado por los 12 humedales que se encuentran en la isla grande representando un área total de 103 hectáreas.

### **7.4 Población**

La población en estudio abarco un total de 47.67 Ha de territorio que comprende dos humedales Long Bay (1.43 ha) y South West (46.24 Ha) ubicados en distintos puntos de la isla.

### **7.5 La muestra**

Para el análisis de agua se utilizaron dos muestras de 1 litro de agua cada uno, una muestra en la parte alta y baja de cada humedal.

Para determinar la presencia o ausencia de las plantas y aves se hizo un recorrido en la totalidad de los humedales.

Las horas para el avistamiento de aves fue de 6:30 a.m. a 9 a.m.

### **7.6 Tipo de muestra**

La muestra de este estudio fue un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que las condiciones del sitio presentaba las condición más optimas según el criterio del investigador.

### **7.7 Técnica e instrumento de la investigación**

Los muestreos de los parámetros físicos químicos se realizaron durante inicios del mes de Julio, se recolectaron 2 muestras, uno en la parte alta y baja por cada humedal en botellas de 1000 ml esterilizadas previamente en autoclave a 1 atm de presión (121°C), durante 15 minutos. Una vez realizados los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, se comparó con los indicadores de calidad de agua de la OMS.

### **7.8 Instrumentos para la recolección de datos**

Fichas de contenido, Cámara fotográfica, Computadora, Libros, GPS, Fotografías del área de estudio, Recipientes de muestreo, Formato de recolecta de muestra, Lápiz, Guías de aves de humedales costeros y Guía de Plantas Indicadoras de Humedales. Refractómetro, pH-metro, Conductímetro, Turbidímetro, Cristalería de laboratorio, Autoclave, incubadoras, baños maría, pipetas, Agar, placa Petri, piza, Erlenmeyer y Formato de encuestas.



## **7.9 Fases de la investigación de campo y laboratorio.**

### **Fase de campo:**

**Fase 1).** Se determinó la dimensión de los humedales, (largo, anchura media, profundidad media para hacer la medición del caudal de cada humedal mediante el método del flotador que consiste en dejar flotar una botella en el agua y medir el tiempo que tarda en llegar desde un punto A\_\_B, asimismo, terminar el proceso de la medición del caudal y el área total de cada humedal.

**Fase 2).** Fuentes de contaminación, uso actual del humedal y accesibilidad al sitio. Para completar esta fase se realizó encuesta a los pobladores aledaños a los humedales en estudio.

**Fase 3).** Para la identificación de las especies se utilizó una guía de aves de humedales costeros y una guía de Plantas Indicadoras de Humedales el cual nos permitirá identificar las diversas especies de plantas y aves como bioindicadores de calidad de los humedales.

**Fase 4).** Se analizaron los siguientes parámetros físico-químicos del agua de manera in situ:

- Temperatura
- Salinidad
- Conductividad eléctrica
- PH
- Turbidez

**Fase 5).** La recolecta de muestras microbiológicas de agua para su traslado y posterior análisis en el laboratorio CIAB-BICU.

### **Fase de laboratorio:**

#### **Identificar Coliformes totales y Coliformes Termotolerantes.**

**Fase1).** Para identificar Coliformes totales y Coliformes Termotolerantes se utilizó la técnica del Número más Probables, donde 3 tubos de ensayo conteniendo 10 ml. de caldo de doble concentrado Mac. Conkey se le agrega 10 ml. de agua problema y a 3 tubos de ensayo

conteniendo 9 ml. de caldo Mac. Conkey se le agrega 1 ml. de agua problema. Y a 3 tubos de ensayo conteniendo 9.9 ml de caldo Mac. Conkey se le agrego 0.1 ml. de agua problema. Luego se agito cada tubo con un vórtex para homogenizar la muestra con el medio. Se incubó a 37° C por 24 hrs. para detectar Coliformes Totales (CT). Transcurridas las 24 horas de un tubo positivo para coliformes totales se pasa 1 mL. a un tubo que contiene 9 ml de caldo Mac Conkey de concentración sencilla y se incubo a 44° C para detectar Coliformes Fecales (CF), por un periodo de 24 horas.

Todos los tubos contenían en su interior un tubo de vidrio en forma invertida (campanita de Durham), con el objetivo de recolectar gas, producto de la fermentación. Luego del tiempo de incubación se procedió a dar lectura a los tubos y comparar los resultados con la tabla de NMP, la cual se basa en fórmulas de probabilidades para obtener una estimación del número aproximado de las bacterias Coliformes por 100 ml de agua, así como también límites superiores e inferiores del número más probable. Incubar a 37°C durante 24 horas.

**Resultados de la prueba microbiología del método más probable:** se consideran "tubos gas +" aquellos en los que aparece enturbiamiento y acumulación de gas en la campana. Los "tubos gas -" se incuban otras 24 h. La interpretación se realiza según la tabla de "número más probable" (NMP). Esta tabla indica el número más probable de microorganismos presentes en 100 ml de agua (NMP), teniendo en cuenta los tubos en que hay crecimiento, así como las diluciones y aplicando métodos estadísticos.(CIAB-BICU S.F, p. 2-27).

### **Prueba confirmativa.**

#### **Fase 2).**

- Siembra en estría en placas de Agar Levine (medio selectivo y diferencial para *Escherichia coli*) a partir de "tubos gas+".
- Incubar a 37°C durante 24 h.

**Resultados de Prueba confirmativa:** En este medio los microorganismos fermentadores de lactosa forman colonias características opacas y pigmentadas en rosa, azul o violeta con o sin brillo metálico (por ejemplo, *E. coli* forma colonias de color verde-violeta oscuro metálico

características sobre este medio). La prueba es + si aparecen este tipo de colonias fermentadoras de lactosa. Otra prueba confirmativa de la presencia de *E. coli* es sembrar los microorganismos que han crecido en caldo lactobiliado a 37°C en este mismo medio, pero incubando a 44°C. *Escherichia coli* es capaz de fermentar la lactosa en estas condiciones.

#### **Detección de Estreptococos.**

**Fase 3).** En dos tubos de ensayo conteniendo cada uno 5 ml de caldo KAA (Kanamicina, Aesculina Ácida), se le agrego 5 ml de muestra de agua y se agito suavemente. Luego se incubo a 37° C por 24 horas. Del tubo donde se observó crecimiento se pasan 2 ó 3 asas por agotamiento a una placa Agar KAAA (Kanamicina, Aesculina Ácida Agar) y se incubo a 37° C por 24 horas. De una colonia típica de *Streptococos*, se realizó una siembra por agotamiento en una placa de Plate Count Agar (PCA), se incubo a 37° C por 24 horas, luego se realizó la tinción de Gram y prueba de Catalasa.

#### **Detección de *Pseudomona sp.***

**Fase 4).** En un Erlenmeyer se filtró al vacío 100 mL de la muestra, a través de un filtro de membrana estéril (0.45µm), utilizando para ello la unidad de filtración esterilizada. Se extrajo la membrana filtrante con una pinza estéril y se depositó en un Erlenmeyer que contenía 100 ml de caldo enriquecimiento verde de malaquita (medio específico para el crecimiento de *Pseudomonas sp.*) y se pasó a incubar a 37° C por 24 horas. Si hay crecimiento bacteriano se siembra por agotamiento (reproducción de bacterias) de 2 a 3 asas en una placa con medio selectivo de Cetrimide Agar. Se incubo a 37° C por 24 horas.

En caso de crecimiento se seleccionó una colonia típica y se siembra por agotamiento en una placa petri de Plate Count Agar PCA. Luego se incubo a 37° C por 24 horas y se realizó la prueba de Catalasa y Oxidasa, y se pasó a realizar, pruebas bioquímicas (Pruebas Indol, Rojo de Metileno, Voges Proskauer, Citrato de Simmons, Prueba de Agar Iron Kligler, Reducción de Nitratos, Pruebas de la Ureasa y Tinción de Gram) para confirmar las especies.

## DetECCIÓN DE *Clostridium perfringens*

**Fase) 5** En un tubo estéril se depositó 10 ml de agua problema, y se calentó hasta 80°C por 30 minutos (baño María) para destruir las formas vegetativas existentes en la muestra. Se dejó atemperar y luego se transfirió a un tubo que contenía 10 ml de medio SPS doble concentrado (Agar Sulfito-Polimixina Sulfadiazina), posteriormente se homogenizó el medio junto con la muestra, se dejó solidificar y se cubrió con vaselina estéril, e incubado a 28° C por 4 a 5 días.

### 7.10 Técnica e instrumento que se utilizaron para determinar los parámetros físico-químico y bacteriológico.

**Tabla # 1**

Objetivo 1	Parámetros	Instrumentos
Determinar los parámetros Físicos (Turbidez, Temperatura, y Conductividad eléctrica) Química (PH y Salinidad) y Bacteriológica (Coliformes fecales, Coliformes Termotolerantes, <i>E. Coli</i> , <i>Streptococcus fecalis</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Pseudónima sp</i> ) en el humedal Long Bay y South West	<b>físicos-químicos</b>	
	Temperatura	Termómetro
	Salinidad	Refractómetro
	Conductividad eléctrica	Conductímetro
	PH	pH metro
	Turbidez	Turbidímetro
	La colecta de las muestras microbiológicas se realizó, utilizando botellas de vidrios con capacidad de 1000 ml previamente esterilizados en autoclave a una (1atm) atmósfera de presión a (121°C), durante 15 min. Se llenó $\frac{3}{4}$ partes de la botella conteniendo la muestra, dejando $\frac{1}{4}$ de espacio libre, para facilitar el mezclado de la muestra a la hora de realizar el análisis y para mantener suficiente oxígeno para mantener condiciones aerobias en la muestra obtenida.	

Bay de Great Corn Island para conocer el estado de la calidad de agua y su relación con la actividad antropogénicas.	Luego la muestra fue trasladada a los laboratorios de la BICU en termo con hielo para mantener a una temperatura aproximada de 4°, envuelta con papel aluminio y etiquetadas (nombre del punto, fecha y hora de la toma de muestra). Inmediatamente a su llegada al laboratorio se procederá con el montaje de las muestras.	
	<b>Parámetro bacteriológico</b>	<b>Técnicas</b>
	Coliformes fecales	Número más probable
	Coliformes Termotolerantes	Número más probable
	<i>E. Coli</i>	Filtración de membrana y siembra en estría
	<i>Streptococos fecalis</i>	Filtración de membrana y siembra estría
	<i>Clostridium perfringens</i>	filtración con filtros de membrana y siembra en estría
	<i>Pseudónima sp</i>	Filtración con filtros de membrana y siembra en estría.

Objetivo 2: Caracterizar el estado físico y las afectaciones antropogénicas hacia los humedales Long Bay y South West Bay.	Para determinar el estado físico de los humedales se tomaron en cuenta los siguientes criterios: la dimensión de los humedales, (largo, anchura media, profundidad media) el área total de cada uno, fuentes de	<b>Instrumentos</b> GPS Cinta métrica Cámara Formulario de encuesta y entrevista al personal de medio ambiente de la alcaldía de Corn Island.
--	---	---

	<p>contaminación, uso actual del humedal, la accesibilidad al sitio, entre otros. Además se realizó encuestas a la población aledaña a los humedales South West Bay y Long Bay entre las edades de 40-60 años sobre los cambios que han generados los factores antropogénicos, naturales y los posibles cambios que ha sufrido en los últimos años. También se realizó entrevista al personal de medio ambiente de la Alcaldía Municipal de Corn Island.</p>	<p>Recipientes de platicos</p>
--	--	--------------------------------

<p>Objetivo 3: Determinar las condiciones de calidad del humedal utilizando especies bioindicadores de flora (plantas acuáticas) y fauna (Aves).</p>	<p>Los organismos bioindicadores son aquellos que son empleados para detectar cambios en la calidad del hábitat, alteraciones ambientales de diversos tipos o la existencia de concentraciones de determinados contaminantes en los sitios donde se</p>	<p>Instrumentos Para la identificación de las especies se utilizó una guía de aves de Nicaragua y la guía Plantas bioindicadores de la calidad ambiental de Humedales.</p>
--	---	--

	encuentran (o se ausentan), entre otros.	
--	---	--

### **7.11 Técnica de Recolección de Datos**

Los materiales que se utilizaron se dividen en: materiales para recolectar la información son (refractómetro, pH-metro, conductímetro, nefelómetro o turbidímetro termómetro y las encuestas) y los materiales para procesar la información (ArcGIS).

### **7.12 Análisis de datos**

Para realizar el procesamiento de datos se utilizó el paquete de office como Microsoft office Excel, Word y para el análisis de datos se utilizó ArcGIS para la elaboración del mapa y el protocolo de análisis de agua análisis mínimo y complementario para el análisis de las muestras en laboratorio Centro de Investigaciones Acuáticas BICU de la Universidad BICU.

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 8.1 Parámetros Físicoquímicos y bacteriológicos del Agua

Tabla 2. Resultado de las muestras de agua de los humedales Long Bay y South West Bay					
	Long Bay		South West Bay		
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	
Parámetros biológicos					Valores recomendados por la OMS
<b>Coliformes totales</b>	+2400	+2400	+2400	+2400	<4 UFC
<b>Coliformes fecales</b>	+	+	+	+	-
<i>E. coli</i>	+	+	+	+	-
<i>Streptococcus fecalis</i>	-	-	-	+	-
<i>Clostridium perfringens</i>	+	+	+	+	-
<i>Pseudomonas sp</i>	-	-	-	-	-
Parámetros físicos-químicos					
<b>pH</b>	6.42	6.46	6.39	6.62	6.50 – 8.50
<b>Conductividad</b>	62.3 μS/cm	85.8 μS/cm	73.4 μS/cm	76.9 μS/cm	<400 μS/cm
<b>Turbidez</b>	11.1 NTU	3.60 NTU	1.23 NTU	0.81 NTU	<5 NTU (OMS)
<b>Salinidad</b>	0 % (0 ppm)	0 % (0 ppm)	0 % (0 ppm)	0 % (0 ppm)	0 % (0 ppm)
<b>Temperatura</b>	26 °C	28 °C	28 °C	30 °C	18-30 °C



Según la tabla 2, se puede observar que las primeras dos muestras que corresponden al humedal Long Bay, el resultado de los parámetros bacteriológicos se identificó la presencia de Coliformes totales en +2400 UFC y el análisis de los Coliformes fecales, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, salieron positivo (+). Mientras que la bacteria de *Streptococcus fecalis* y la prueba presuntiva de *Pseudomonas sp* fue negativo (-). En cuanto al resultado de los parámetros físicos-químicos la diferencia entre ambas muestras no fue muy diferentes. El componente pH a 6.42 y 6.46, la conductividad en 62.3 y 85.8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la turbidez 11.1 y 3.60 UNT, la temperatura ( $T^\circ$ ) en 26 y 28  $^\circ\text{C}$  y la salinidad en 0.0 ppm, esto debido a que las dos muestras fueron recolectadas en época lluviosa.

La presencia de Coliformes fecales y totales obtenidos en los análisis realizados en esta muestra nos indica que este humedal está en presencia de organismos indicadores de contaminación por patógenos de origen fecal en la fuente de agua. Los Coliformes se usan como indicadores de contaminación en el agua porque se encuentran en gran número en el tracto intestinal de humanos y animales.

En el análisis microbiológico también se puede observar la presencia de *E. coli* la cual es un hospedero totalmente inocuo del intestino humano, por tal razón se considera que este humedal está recibiendo constantemente descarga de heces fecales humanas, la presencia de *E. coli* en las aguas potables no es peligrosa, aunque algunas cepas son enteros patógenas y determinan enfermedades de tipo diarreico.

La presencia de *Clostridium perfringens* obtenidos en los análisis indica que es de origen fecal y no es patógeno en el intestino de animales homeotérmicos. No es exclusivamente fecal se encuentra en suelos y aguas contaminadas. Por ser una bacteria esporulada tolera elevadas temperaturas y desecación, pH extremos y falta de nutrientes, entre otras condiciones adversas. Esta resistencia elevada la convierte en un indicador apropiado de contaminación fecal antigua.

Es de gran utilidad cuando los Coliformes están ausentes, pues indicará contaminación fecal antigua. Por otro lado, esa misma resistencia elevada limita su uso: no puede ser aplicado como indicador de la eficiencia de tratamientos de aguas residuales, pues estará presente en los efluentes después de la eliminación de los patógenos. O sea que su número no reflejará el verdadero grado de contaminación fecal (Rolim, S 2000, p.370).

Mientras que en los parámetros físicos químicos, hubo diferencias mínimas en los resultados ya que el pH está clasificada ácido leve estaba en 6.42 y el valor recomendado está entre 6.50 a 8.50, mientras que la conductividad está en 62.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , cuando el valor recomendado es  $<400 \mu\text{S}/\text{cm}$ , la turbidez está en 11.1 UNT y el valor recomendado  $<5 \text{ NTU}$  lo cual indica que hay acumulación de sedimentos, en cuanto a la salinidad es de 0.0 ppm debido a que la muestra fue recolectada en periodo de invierno cumpliendo con el valor recomendado de 0.0 S ppm y por último la temperatura estaba en 26 °C en condiciones normales.

En la tercera y cuarta muestra que corresponde al humedal South West Bay se puede observar que los parámetros bacteriológicos, se identificó la presencia de Coliformes Termotolerantes en +2400 UFC y el análisis de los Coliformes fecales, *E. coli*, *Clostridium perfringens*, *Streptococcus fecalis* fueron positivos (+) mientras que la prueba presuntiva de *Pseudomonas sp* fue negativo (-). En cuanto al resultado de los parámetros físico-químicos, no hubo mucha diferencia en los resultados. El pH está representado en un 6.39 y 6.62, la conductividad en 73.4 y 76.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la turbidez 1.23 y 0.81 UNT, la temperatura T° en 28 y 30 °C y la salinidad en 0.0 ppm. Porque las dos muestras fueron recolectadas en época lluviosa.

La presencia de Coliformes Termotolerantes y totales obtenidos en los análisis realizados en esta muestra nos indica que este humedal está en presencia organismos indicadores de contaminación por patógenos de origen fecal en la fuente de agua. Los Coliformes se usan como indicadores de contaminación en el agua porque se encuentran en gran número en el tracto intestinal de humanos y animales.

En el análisis microbiológico también se pudo observar la presencia de *E. coli* la cual es un huésped totalmente inocuo del intestino humano, por tal razón se considera que este humedal está recibiendo constantemente descarga de heces fecales humanas, la presencia de *E. coli* en las aguas potables no es peligrosa, aunque algunas cepas son enteros patógenas y determinan enfermedades de tipo diarreico.

El análisis *Streptococcus fecalis* dio positivo lo cual nos indica que hay contaminación de heces fecales recientes en este humedal o está siendo contaminado constantemente, ya que

este grupo de bacterias mueren rápidamente al entrar en contacto con el medio exterior fuera del hospedador. Los *Streptococcus fecalis* son el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua ya que representan, contaminación fecal resistente. Está relacionado directamente con enfermedades como gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis.

Los Estreptococos fecales no se multiplican en el medio ambiente, o si esto ocurre es solamente en raras ocasiones. Son más persistentes en ambientes acuáticos y en suelos contaminados que *E. coli*. Son importantes en situaciones donde se sabe que hay contaminación fecal y no se detectan Coliformes, como ocurre cuando las descargas son intermitentes o más antiguas, de modo que mueren los Coliformes fecales y *E. coli*, y permanecen los estreptococos (Díaz, C 2003,p.5).

La presencia de *Clostridium Perfringens* obtenidos en los análisis indica que es de origen fecal y no es patógeno en el intestino de animales homeotérmicos. No es exclusivamente fecal se encuentra en suelos y aguas contaminadas. Por ser una bacteria esporulada tolera elevadas temperaturas y desecación, pH extremos y falta de nutrientes, entre otras condiciones adversas. Esta resistencia elevada la convierte en un indicador apropiado de contaminación fecal antigua. Además es de gran utilidad cuando los Coliformes están ausentes, pues indicará contaminación fecal antigua. Por otro lado, esa misma resistencia elevada limita su uso: no puede ser aplicado como indicador de la eficiencia de tratamientos de aguas residuales, pues estará presente en los efluentes después de la eliminación de los patógenos. O sea que su número no reflejará el verdadero grado de contaminación fecal (Rolim, S 2000, p.3).

Por otro parte en los parámetros físicos químicos, hubo diferencias mínimas en los resultados ya que el pH está clasificada como ácido leve ya que está en 6.39 y el valor recomendado es de 6.50 a 8.50, mientras que la conductividad está en 73.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor que recomendado es de  $<400 \mu\text{S}/\text{cm}$ , la turbidez está en 1.23 UNT y el valor recomendado es de  $<5 \text{ NTU}$  lo cual indica que hay poca presencia de sedimentos en el humedal, en cuanto a la salinidad es de 0.0 ppm lo cual puede ser debido a que la muestra fue recolectado en periodo de invierno cumpliendo con el valor recomendado por la OMS que es de 0.0 ppm y por último la temperatura estaba en  $28^{\circ}\text{C}$  en condiciones normales.

## **8.2 Comparación del resultado de muestras para ver el nivel de afectación que tiene los humedales South West Bay y Long Bay**

Según los resultados obtenidos, podemos ver que el humedal South West Bay posee un mayor número de especies de microorganismos presentes a sus alrededores, de igual manera presenta parámetros fisicoquímicos ligeramente más elevados. Como el pH dando como resultado que el agua de dicho humedal es más alcalino y conductividad en cuanto a la salinidad ambos humedales presentaban los mismos valores de ppm y las afectaciones son causadas principalmente por las actividades antropogénicas que realizan la población alrededor del humedal.

Las muestras del humedal Long Bay se determinó que está siendo afectado por una continua y constante descarga de heces fecales de origen animal a su vez presenta menores afectaciones físico-químicos con valores mínimos en el pH lo que significa que el agua tiene mayor acidez por la materia orgánica que se encuentra en el agua y la sequía prolonga durante la época de verano y la conductividad, pero el parámetro más relevante que existe entre los dos humedales es la turbidez ya que dicho humedal presenta una elevada turbidez, haciendo que la fuente obtenga un color mucho más oscuro que lo normal, reduciendo su nivel de visibilidad y claridad de agua.

### 8.3 Caracterización del estado físico de los humedales Long Bay y South West Bay.

Figura N. ° 2 Mapa del humedal South West Bay, Great Corn Island.

Coordenadas UTM: X275161.62 Y1345323.85



Fuente: Alcaldía de Corn Island

Según el estudio denominado “Diagnostico de los principales humedales de Corn island” realizado por Siu, E, et al., 2013, p.102\_107. Menciona que el humedal South West Bay tenía una superficie de 46.24 Ha y el humedal Long Bay 3.87 Ha

La Superficie que ocupa el Humedal South West Bay es de 40.5 Ha y el Humedal de Long Bay es de 1.43 ha, demostrando una disminución de 5.74 ha para el humedal South West Bay y 2.4 ha para el humedal de Long Bay, algunas de las razones de la disminución de área de

los humedales es debido al crecimiento demográfico y las prácticas agrícolas que realizan la población para cosechar distintas especies de tubérculos y musáceas.

**Figura N. 3. Mapa del humedal Long Bay, Great Corn Island.**

**Coordenadas UTM: X 277012.29 Y 1345703.73**



Fuente: Alcaldía de Corn Island

La superficie que ocupa el Humedal Long Bay en el año 2020 es de 1.43 Ha.

### Cuadro N. ° 3 Caudal del humedal South West Bay

1. Determine el caudal del humedal South West Bay		
Datos	Ecuación	Solución
0.025 m	$C = V.m * A.m. * p.m.$	$C: 0.025m/s * 9.7 m * 1.2 m = 0.3026 m^3/s$
9.7 m		$C: 0.3026m^3 / * 1000 = 302.6 L/s$
1.2 m		
<b>Nota: 1 m<sup>3</sup> = 1000 litros de agua, de modo que multiplique por esta cifra para convertir las medidas del caudal de agua en litros por segundo (l/s).</b>		

Para medir el caudal del humedal South West Bay los datos se tomaron en época de invierno teniendo, en cuenta que la medición del caudal se realiza en cuerpos de agua que tiene corriente o que puede bombear una cantidad determinada de agua ya sea de un pozo o río, se expresa en la unidad de volumen dividida por la unidad de tiempo (p. ej., m<sup>3</sup>/s). Días antes de poder realizar dicha medición había estado lloviendo, por lo tanto, dicho humedal tenía corriente de salida hacia el mar. Aprovechamos para realizar la medición del caudal que se realizó bajo condiciones normales del clima sin presencia de nubes negras y con vientos normales el resultado puede observar en el cuadro N.º 1. Ver todo el proceso en anexo.

### Cuadro N. ° 4 Determinación del caudal del humedal Long Bay

DETERMINACION DEL CAUDAL DEL HUMEDAL LONG BAY		
Datos	Ecuación	Solución
0.073 m	$C = V.m * A.m. * p.m$	$C: 0.073m/s * 1.1 m * 0.2m = 0.016 m^3/s$
1.1 m		
0.2 m		$C: 0.016m^3 / * 1000 = 16.06 L/s$
<b>Nota: 1 m<sup>3</sup> = 1000 litros de agua, de modo que multiplique por esta cifra para convertir las medidas del caudal de agua en litros por segundo (l/s).</b>		

Para poder determinar el caudal del Humedal Long Bay es tuvo que abrir la desembocadura de dicho humedal ya que estaba cerrado y no había corriente de agua hacia el mar, luego de dar paso al agua del humedal, pudimos realizar con éxito todo el proceso para poder

determinar la medición del caudal. De igual forma se realizó bajo condiciones ambientales normales. Ver todo el proceso en anexo.

## **8.4 Factores antropogénicos de los humedales Long Bay y South West Bay**

### **Encuestas realizadas a la población aledaña al humedal South West Bay.**

Encuesta a los pobladores aledaños al humedal South West Bay y Long Bay entre las edades de 40 -60 años sobre los cambios que han generados los factores antropogénicos, naturales y los posibles cambios que ha sufrido en los últimos años.

Durante la realización de la encuesta a los pobladores aledaños a los humedales Long Bay y South West Bay el 70% de la población manifiesta que ha vivido por más de cuarenta años cerca de los humedales en estudio además considera que es importante la conservación de los humedales ya que estas sirven de almacenamiento de agua en el manto freático, aparte de ser un gran ecosistema y un importante hábitat para muchas especies de plantas y animales del municipio, a su vez actúan como filtradores naturales de agua, esto se debe a que sus plantas hidrófitas, gracias a sus tejidos, almacenan y liberan agua en los posos para el consumo de la población. Además, afirman que en los últimos 8 años habido cambios en el humedal. Mencionan que hay pérdida de flora y fauna nativas del humedal y que se ha ido disminuyendo el caudal por efectos del cambio climático, ya que poco a poco se ha ido secando incluso durante la época de verano cierta parte del humedal Long Bay tiende a secarse por completo y esta vuelve a llenarse durante el invierno, además se ha visto mayor contaminación alrededor ya que algunos pobladores tienden a depositar los residuos sólidos y líquidos al humedal, y el aumento de la proliferación de zancudos durante la época de invierno.

Algunos habitantes encuestadas manifiestan que no le dan ningún uso al humedal ya que consideran que es de importante la conservación de los humedales ya que estas sirven de almacenamiento y filtradores naturales de agua, es un importante ecosistema para muchas especies de plantas y animales del municipio. Mientras que algunas personas afirman que tienen zona de cultivo alrededor de los humedales en estudio tales como: Pastos para la alimentación ganado y la siembra de tubérculos (yuca, malanga y quequisque), a su vez se usa como zonas de pastoreo y criadero de ganado mayor. El 80% afirmo que el principal



motivo por la cual se seca los humedales son la deforestación debido a que los habitantes de la zona usan los árboles para la construcción de sus viviendas y la elaboración de nasa para la pesca, mientras que otros opinan que las causas por las cuales se seca el humedal es el cambio climático, porque los bosques atrapan y almacenan grandes cantidades de dióxido de carbono, contribuyen considerablemente a mitigar el calentamiento global. Cuando se destruyen el carbono que absorbían en sus troncos y hojas vuelve a la atmósfera, causando un doble impacto negativo, también por el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos provenientes de algunos restaurantes, hoteles y algunas viviendas que se encuentran alrededor de los humedales en estudio.

Por otro lado, el 85% han dicho que no ha habido casos de inundación durante la época de lluvia en los dos humedales porque viven en las zonas con menor probabilidad de inundación y otros afirman que hay casos de inundaciones porque estas se encuentran expuestas en las partes más vulnerables a la inundación., con mayor cercanía al humedal por ende son más propensos a sufrir casos de inundación en las épocas de lluvia. La mayoría afirman que obtienen beneficios de dichos ecosistemas como la extracción distintas especies de fauna que la población tradicionalmente consume como es el caso del cangrejo, las tortugas de agua dulces, iguanas verdes y algunas aves como las palomas. A su vez algunos de los pobladores obtienen beneficios de extracción de algunas especies de árboles leña para fuego y madera para la elaboración de nasa de pescar. De igual manera algunos de los pobladores declaran que no obtiene beneficios directos del humedal debido a que no siente necesario el uso de este ecosistema más allá de la obtención de agua dulce para el consumo humano.

Según la población encuestada, la mitad afirma que el humedales Long Bay y South West Bay están contaminación debido que la misma población manifiesta que se puede ver los diferentes factores que indica que está contaminada, tales como el mal manejo de los desechos sólidos y líquidos, la crianza de ganado mayor y menor en el humedal , así como las fosas sépticas saturados sin fondo, las malas prácticas agrícolas como el uso de agroquímicos alrededor del humedal para controlar las malezas que crecen dentro de las plantaciones y que esta al entrar en contacto con la lluvia fluye hacia el humedal contaminando la fuente hídrica y la disposición de excretas al aire libre, son algunos de los

factores que declaran los pobladores, esto se da como consecuencia de tener habitantes viviendo alrededor del humedal.

También la población aledaña a los humedales antes mencionados manifiestan que reciben un apoyo limitado por parte de la alcaldía para la protección de los humedales, lo que nos indica que estos no reciben un cuidado y manejo adecuado, algunos pobladores afirma que en algunas ocasiones las autoridades en coordinación con la población realizan actividades de limpieza y la reforestación de manglares alrededor del humedal para la protección de flora y fauna que se encuentran, y para que siga manteniendo las funciones biológicas y ecológicas dentro del municipio.

## **8.5 Entrevista al personal del departamento de medio ambiente de la Alcaldía Municipal de Corn Island.**

### **Importancia de los Humedales**

Considera que todos los humedales de Corn Island son importantes, ya que cada uno de ellos desempeña las funciones que los caracteriza, pero en sí, la importancia de los humedales Long Bay y South West Bay se destaca, debido a que estos son dos de los más grandes humedales, en la isla lo cual indica que tiene mayor capacidad de captura y almacenamiento de agua, además de servir de refugio para la biodiversidad habita en ellos.

### **Medidas de protección**

Algunas de las medidas que están realizando para proteger y conservar los humedales son la siguiente:

Limpiezas de desechos sólidos y orgánicos, reforestación de mangles (en los últimos años).

Campañas de concientización apoyado por diferentes ONG, que han influido en el municipio, los cuales tienen como objetivo sensibilizar a la población acerca de la importancia de estos ecosistemas además de realizar acciones que contribuyan a su conservación, monitoreo continuo de los humedales para tratar de detectar afectaciones ambientales y así tratar de minimizarlas a través de la aplicación de multas y sanciones.

### **Afectación de los Humedales Long Bay y South West Bay**

Los humedales están siendo afectados tanto por factores antropogénicos como factores naturales. En cuanto a los factores antropogénicos esta; el asentamiento de viviendas cerca de los humedales, el drenaje de aguas residuales, el depósito de desechos sólidos, la construcción de letrinas cerca de los humedales, relleno de humedales, uso de sustancias toxicas cerca de los humedales como herbicidas, el corte de mangles, el hecho de amarrar animales cerca o dentro de los humedales (como lo son bovinos, equinos, porcinos entre otros), es otra problemática antrópica que afectan a los humedales.

### **Causas y consecuencias Afectación de los Humedales Long Bay y South West Bay**

En cuanto a los factores naturales están los efectos del cambio climático, siendo que el nivel de mar sigue en aumento, lo cual causa la invasión de agua salada dentro de los caudales, aumentando la concentración de cloruro de sodio en los humedales (los cuales son la principal fuente de agua para consumo humano en el municipio), mientras que, en la temporada de verano, muchos de los humedales que antes eran característicos por su acumulación de agua, ahora sufren sequias por tiempo prolongado.

Según el resultado de la entrevista al personal de Medio Ambiente de la Alcaldía de Corn Island declaro sobre la importancia que tiene los humedales que se encuentran dentro del municipio, ya que de los dos humedales en estudio, South West Bay es el más grande que existe y los principales factores que afectan los humedales son el factor natural y lo antropogénico por las distintas actividades que realiza la población cerca de los humedales como se menciona anteriormente.

<b>Humedal Long Bay</b>	<b>Humedal South West Bay</b>
<b>Factores naturales:</b> sequía en tiempos de verano	<b>Factores naturales:</b> Intrusión salina y sequía en tiempos de verano.
<b>Factores antropogénicos:</b> Los principales factores antrópicos que lo afectan son; el corte de mangles, el amarre de bovinos, equinos, porcinos, entre otros cerca o dentro del humedal.	<b>Factores antropogénicos:</b> el asentamiento de viviendas, el drenaje de aguas residuales, depósito de desechos sólidos, construcción de letrinas cerca o dentro de los humedales, el corte de mangles, relleno de humedales, amarrar bovinos, equinos, porcinos cerca o dentro de los humedales.

### **Principales Cambios en los humedales**

Los principales cambios son: reducción del tamaño y extensión de los humedales, compactación de los suelos húmedos causado por la acumulación de sedimentación, pérdida de biodiversidad tanto fauna como flora, aumento de especies invasoras en los humedales, alteración de cadena trófica, pérdida de barreras naturales (por el corte de mangles), pérdida de paisaje natural, entre otros.

### **Disponibilidad de recurso hídrico**

Los cambios antes mencionados han incidido grandemente en la cantidad y disponibilidad del agua para consumo humano, ya que los humedales son captadores, retenedores y filtradores de agua dulce, si el ecosistema sufre cambios en su estado natural esto provoca un desequilibrio ambiental lo cual propicia que diversas funciones sean alteradas.

### **Actividades de Manejo de los humedales**

Se incluye dentro de los planes operativos anuales POA que tiene la alcaldía para realizar diferentes actividades dentro del municipio, en el cual se incluye la limpieza y extracción de desechos sólidos, orgánicos y sedimentación, actividades de reforestación, campañas de concientización ambiental (lo cual incluye visitas casa a casa y visitas a escuelas y colegios, campañas radiales). La municipalidad no cuenta con fondos amplios para realizar proyectos

grandes, por lo cual siempre es bienvenido la contribución de otras organizaciones o instituciones a aporten proyectos ambientales.

## **8.6 Las condiciones del humedal utilizando especies bioindicadores de calidad flora (plantas acuáticas) y fauna (Aves).**

### **8.6.1 Plantas acuáticas**

Durante el recorrido en los humedales en estudio se encontraron distintas plantas acuáticas como bioindicadores de la calidad. Se consideran indicadores biológicos las plantas acuáticas como las Macrofitos tales como Buchon cucharita (*Limnobium*) y la lentejuela de agua (salvinia minima), que abarcan distintos grupos de comunidades vegetales, entre las que se encuentran las plantas vasculares acuáticas.

Desde el punto de vista de su utilización como indicador biológico, se consideran buenos referentes de la calidad del agua, y proporcionan un valor indicador a medio y largo plazo además son sensibles a variaciones físico-químicas e hidro morfológicos en las masas de agua, como por ejemplo la concentración salina, la eutrofización, el régimen de inundación, etc. (Hernández, 2015, p. 17-19). Las modificaciones de estas variables pueden originar cambios cualitativos y cuantitativos en las comunidades vegetales y en la estructura trófica de los ecosistemas entre otros. Pero no todos los micrófitos acuáticos tienen el mismo valor como elemento indicador. Dentro de un mismo género se encontró especies que indican características ecológicas del medio acuático muy diferentes.

Se encontraron plantas biorremediadores que sirven para limpiar ambientes contaminado tales como: La malanga (*Colocasia esculenta*) funciona como agente Fitorremediador eliminando metales pesados como el cadmio, el platanillo (*Heliconia chartacea*) retiene el mercurio y el cadmio que se encuentra en el ambiente, además el Junco (*shoenoplectus californicus*) sirven para la descontaminación de metales pesados y actúa como agente Fitorremediador para remociones de Demanda Química de Oxígeno (DQO) y bacterias coliformes totales y Coliformes Termotolerantes. El Buchon Cucharita (*Limnobium laevigatum*). Se usa como agente Fitorremediador, ya que puede remover 97% de materia orgánica, reflejado en la DBO y DQO; Además los sólidos suspendidos, el 99% de Nitrógeno

y entre el 60-65% de Fósforo, también organismos patógenos, sustancias tóxicas y metales pesados según (Hernández & Luna 2016, p. 48-52).

Se identificaron dos tipos de mangles tales como: El mangle blanco (*Laguncuria racemosa*) y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) que ejercen funciones de hábitats de muchas especies marinas como peces, moluscos y crustáceos al estar lejos de depredadores, pueden realizar parte de su desarrollo y ciclo de vida de manera más segura que en aguas abiertas. Alojjan también a organismos terrestres y aves.

Tienen un efecto benéfico sobre el cambio climático, ya a nivel ecológico, tienen la capacidad de atrapar grandes cantidades de CO<sub>2</sub> del ambiente, y son capaces de metabolizar muchos radicales libres, como el óxido nitroso, uno de los gases responsables del efecto invernadero.

También se encontraron plantas alrededor de los humedales que no ejercen funciones de bioindicadores de calidad ambiental tales como: *Hymenocallis littoralis*, *Cyperus giganteus*, *Eleocharis geniculada*, *Hydrocotyle verticillata*, *Montrichardia arboréceas*, *Morinda citrifolia*, *Cyatheaceae*, *Cetropia peltata*, *Ipomoea carnea*.

### **8.6.2 Aves bioindicadores**

En cuanto a la identificación de las aves no se encontraron especies bioindicadores, solo se encontraron especies cosmopolitas tales como palomas (*Columba livia*), zanate (*Quiscalus*), pijul (*Crotophaga major*). Según el estudio realizado por Lacayo Dávila (2007) denominado Caracterización Espacial y Temporal de la Avifauna Diurna del parque Ecológico Municipal Humedales de Mahogany, lograron identificar distintas especies de aves meramente característicos de los humedales tales como: el Garzón Azulado (*Ardea Herodias*), Cigüeña (*Mycteria americana*), Espátula Rosada (*Platalea ajaja*), Pato Chanco (*Phalacrocorax olivaceus*), Martín pescador collarero (*Megaceryle torquata*), que indican un humedal saludable, pero en este estudio no se encontró ninguna de estas aves, por lo tanto indica que los humedales de Corn Island están en deterioro. Los humedales de Corn Island también funcionan como sitios de albergues temporarios de las aves durante su actividad migratoria por lo cual es importante cuidar de estos ecosistemas y evitar su continuo deterioro.

De acuerdo al estudio realizado por Hernández 2015, Las aves son afectadas por factores como la salinidad, el pH y la razón entre superficies de vegetación emergente y aguas abiertas. El estado trófico, es decir el estado de nutrientes de los cuerpos de agua es otra de las variables principales la cual es directamente proporcional a la población de aves presentes en un humedal, existiendo una mayor presencia de aves en humedales mesotrófico y eutróficos, y menor cantidad en humedales oligotróficos e hipereutróficos (Hernández 2015 p. 75\_77).

Las aves se relacionan con el estado trófico de los humedales esto quiere decir que se distribuyen en función de la disponibilidad de alimentos presentes en los humedales, además otro de los principales factores por las cuales emigran o desaparecen es por la desecación y degradación de los humedales. Evidentemente, donde desaparecen los humedales, desaparecen las aves también, y la destrucción de hábitat es el problema más importante a que se enfrentan las especies de aves.

Durante el recorrido que realizamos encontramos otras especies de animales tales como el cangrejo azul (*callinectes*), lagartija metálica (*lacertilia*), Bufonidos (*Bufo*), tortuga pecho quebrado (*kinosternon scorpioides*), tortuga de agua dulce (*Trachemys Scripta Scripta*).

### **8.6.3 Condiciones de los humedales**

Según los bioindicadores de flora y fauna utilizados en el estudio se puede decir que las condiciones de los humedales se encuentran deteriorados ya que la ausencia de las aves bioindicadores indican la degradación del ecosistema y por ende no es apto para albergar distintas especies de fauna y la poca presencia de las plantas acuáticas bioindicadores indica que hay afectaciones en el ecosistema acuático, ya que el agua no presenta las condiciones aptas para su crecimiento.

## IX. CONCLUSIÓN

Existen muchos cambios en los humedales de Long Bay y South West Bay, ya que en los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos y biológicos, se determinó que hay en presencia de microorganismos tales como: coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Clostridium* lo cual indico que los humedales están recibiendo constantes descargas de heces fecales de origen animal y humano, también hay una reducción de tamaño de ambos humedales.

En cuanto al estado físico de los humedales, en los últimos años se ha reducido el área natural ambos humedales, el humedal Sout West Bay ha disminuido 5.74 hectáreas y el humedal Long Bay ha disminuido 2.4 hectáreas, esto es debido al aumento demográfico y la expansión urbana, lo que ha causado una disminuye del caudal de los humedales. Las principales afectaciones ambientales son causados por las actividades antropogénicos, el mal manejo de los residuos sólidos y líquidos, el establecimiento de potreros de pastizales para el pastoreo de ganado mayor, bestias equinas como el caballo, e incluso crianzas domesticas de cerdos y de gallinas. La vegetación que más se encuentra en los humedales son el pasto para el ganado, hay otros tipos de vegetación pero en cantidades mínimas tales como el lirio de araña, el platanillo el *cyperus giganteus*, y los árboles que se encontraron son: El noni, el mangle blanco, mangle rojo, la almendra entre otros.

El principal recurso que se ve afectado por la contaminación y degradación de los humedales es el agua, este se encuentra afectado por la presencia de coliformes totales, fecales, *E. coli* y *Clostridium*, esto es debido a que la población aledaña tiene letrinas cerca de los humedales y descarga los residuos sólidos y líquidos domésticos hacia el cuerpo de agua que se encuentra en los ecosistemas, alterando las propiedades físicas-químicas y bacteriológico del agua.

Según los bioindicadores de flora y fauna utilizados en el estudio se puede observar que las condiciones de los humedales se encuentran deteriorados, ya que la ausencia de las aves bioindicadores indican la degradación del ecosistema y por ende no es apto para albergar distintas especies fauna y la poca presencia de las plantas acuáticas bioindicadores tales como las macrófitos y el junco lo, indica que hay afectaciones en el ecosistema acuático, ya que el



agua no presenta las condiciones aptas para el crecimiento de plantas que indicadores de buena calidad.

## **X. RECOMENDACIONES**

### **Alcaldía de Corn Island**

- ❖ Ejecutar campañas de saneamiento ambiental en todos los humedales del municipio.
- ❖ Reforestar con árboles nativos para proteger el recurso hídrico de los humedales.  
Concientización a los productores sobre las consecuencias del uso inadecuado de los plaguicidas.
- ❖ Ejecutar un plan de ordenamiento territorial debido a que hay relleno de humedales y asentamiento ubicados dentro de los mismos.
- ❖ Ejecutar proyectos de sistemas de tratamiento de aguas residuales en las casas vinculadas con los humedales.
- ❖ Crear infraestructuras que apoyen en la retención de agua dentro de los humedales para mejorar la captación de estos.
- ❖ Realizar sanciones administrativas y penales a personas naturales o jurídicas que estén dañando el ecosistema de humedal.
- ❖ Realizar estudios en conjunto con universidades, organizaciones gubernamentales y ONG en base a cuerpo de aguas sujetas a contaminación por escurrimiento de plaguicidas y distintos tipos de contaminantes que puede tener el agua.
- ❖ Realizar los monitoreos ambientales continuos después de ejecutar medidas ambientales para determinar el grado de recuperación del ecosistema.

## XI. REFERENCIAS

**A.M. Francisco, M. Díaz, M. Romano, F. Sánchez. (2009).** Descripción morfoanatomica de los tipos de glándulas foliares en el mangle blanco *laguncularia racemosa*. Caracas, Venezuela.

**BirdLife International (2000).** Threatened Birds of the World. Lynx Edicions, BirdLife International. Barcelona, Cambridge.

**Blanco, L (2020).** Mangle rojo: características, hábitat, cultivo, beneficios. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/mangle-rojo/>. p.2.

**Blanco, L (2020).** Mangle botoncillo: características, hábitat, propiedades. Recuperado de <https://www.lifeder.com/mangle-botoncillo/>. p.6.

**Blanco, L (2020).** Mangle blanco: características, hábitat, taxonomía, usos. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/mangle-blanco/>. p.4.

**Blanco, L (2020).** Mangle negro características, hábitat, taxonomía, usos. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/mangle-negro/>.p.8

**Blue Consult (2014)** Valoración Ambiental Construcción Espigones 100 ml Woula Point Corn Island, Nicaragua.

**CIAB-BICU (S.F).** Protocolo de análisis de agua mínimo y complementario. P 2-27.

**Delany, S.; Reyes, C.; Hubert, E.; Pihl, S.; Rees, E.; Haanstra, L. y van Strien, A. (1999).** Results from the International Waterbird Census in the Western Palearctic and Southwest Asia.

**Diaz, C. (2003).** Agua potable para comunidades rurales, reusó y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas. DF, México. p.5

**Duran, X, R. (2017).** La multifuncionalidad de los manglares y la desalinización natural de sus plantas España.

**Elmberg, J.; Nummi, P.; Pöysä, H. y Sjöberg, K. (1994).** Relationships between species number, lake size and resource diversity in assemblages of breeding waterfowl.

**Esquivel, N, A (2018)** Corn Island: Madre Tierra, Tesoro Ancestral Nicaragua recuperado de <https://www.el19digital.com/articulos/ver/titulo:80982-corn-island-madre-tierra-tesoro-ancestral>.

**GÓMEZ, L. L. M., & RAMÍREZ, C. Z. (2009).** Microalgas como biomonitores de contaminación. Revista de Ciencias Químicas, Vol. XVI, N° 2, 2004. Cuba Universidad de Oriente. Retrieved From HYPERLINK "http://www.ebrary.com" http://www.ebrary.com

**Henao, S. H. (2015).** Indicadores de calidad ambiental de humedales. 1–81.

**Hernández, N, P & Luna, J, S, G. (2016)** Prueba piloto para la evaluación de la eficiencia de las plantas Fitorremediadoras del humedal las tinguas, en el tratamiento de aguas residuales domésticas. Bogotá, Colombia. pág. 49-106.

**IBEA (2013).** Diagnóstico de los principales humedales de Corn island. Bluefields Indian & Caribbean University (BICU).

**IBEA – BICU (2018)** Evaluación socioeconómica y ecológica en ecosistemas marino costero de Corn Island. Nicaragua.

**Lacayo, I, J, D. (2007)** Caracterización espacial y temporal de la avifauna diurna del parque ecológico municipal humedales de Mahogany Rama-Nicaragua.

**Lezama, M. & Gutiérrez, M. (2001).** Humedales de Corn island en peligro. <https://www.laprensa.com.ni/2001/04/08/nacionales/762111-humedales-de-corn-island-en-peligro>.

**Moreno, V., García, J., & Villalba, J. (s.f.).** [sogeocol.edu.co](http://www.sogeocol.edu.co). Recuperado el 12 de mayo de 2015, de <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/humed.pdf>. p.4.

**Ntiamoa-Baidu, Y.; Piersma, T.; Wiersma, P.; Poot, M.; Battley, P. y Gordon, C. (1998).** Water depth selection, daily feeding routines and diets of waterbirds in coastal lagoons in Ghana.

**OMS (2006)** Guías para la calidad del agua potable. 3 Edición volumen 1.

**Orlando & Pajares (2010)** Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano. Lima Perú. p.10.

**Ortega, M (2003)**. almediam.org. recuperado de [http://www.almediam.org/articulos/articulos\\_122.htm](http://www.almediam.org/articulos/articulos_122.htm)

**Quinn & Laguna (2015)** Factores naturales y antropogénicos que generan cambios en el humedal South West Bay Swamp e inciden en la calidad y la disponibilidad de agua para consumo humano en Corn Island, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua. P. 12.

**Quiroz, J, A. & Arias, J, E. (2013)**. Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *rhizophora mangle* (rhizophoraceae) en la bahía de Cispatá, Universidad Nacional de Colombia.

**ReefMap (2003)**. Estudio de la calidad del agua en humedales p. 61

**Rolim, S. (2000)**. “Sistemas de lagunas de estabilización”. Mc Graw Hill. Bogotá. Primera edición. 3 págs.

**Sánchez, j (2019)** Qué es un manglar y sus características recuperado de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-un-manglar-y-sus-caracteristicas-1682.html#:~:text=Los%20manglares%20son%20un%20tipo,es%20decir%2C%20mares%20y%20r%C3%ADos.>

**Secretaria de la Convención Ramsar (2006)**. Manual de la Convención Ramsar 4<sup>a</sup> edición p.7

**Vázquez Silva G, C. M. (2006)**. izt.uam.mx. Recuperado el 17 de marzo de 2015, de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n60ne/Bio-agua.pdf>

## XII. ANEXO



Humedal Long Bay



Medición de profundidad



Lirio de araña (*Hymenocallis*)



Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)



Buchon cucharita (*Limnobium*)



Tortuga pecho quebrado (*kinosternon integrum*)



Crianza de cerdo en las orillas del Humedal Long Bay





Pastoreo de bovino en Humedal Long Bay



Recolección de muestra de agua



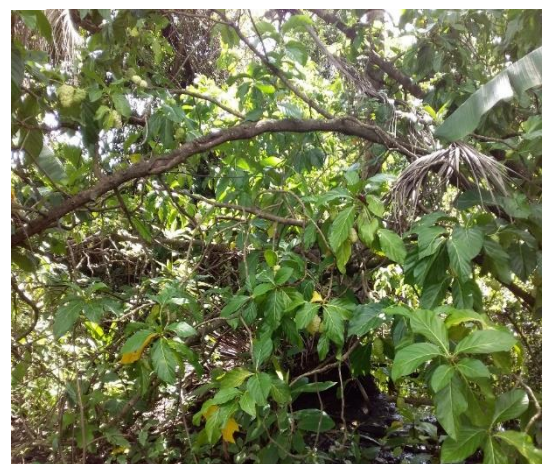
Tortuga agua dulce (*rachemys scripta*)



Atrapando tortuga humedal Long Bay



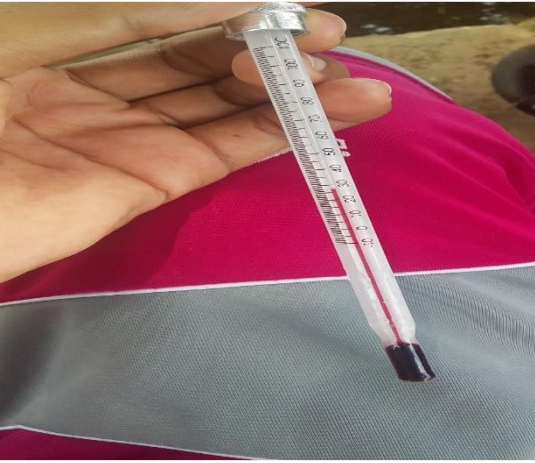
Pirí (*Cyperus giganteus*)



Noni (*Morinda citrifolia*)



platanillo ((*heliconia*))



Medición de temperatura



Medición de profundidad



Medición de temperatura



Humedal South West Bay



Abriendo la desembocadura de Long Bay para medir caudal





Humedal South West Bay sector matha's be and breakfast



Pirí (*Cyperus giganteus*)



Ciateáceas (*Cyatheaceae*)



Condiciones del humedal South West Bay



Junco (*shoenoplectus californicus*)



Mangle rojo (*Rhizophora mangle*)



La malanga (*Colocasia esculenta*)



Lagartija metálica



Bufónidos (Bufonidae)



Tortuga pecho quebrado (*kinosternon integrum*)



Medición de largo, ancho y profundidad para medir caudal



Recolección de muestra de agua



Medición de la turbidez



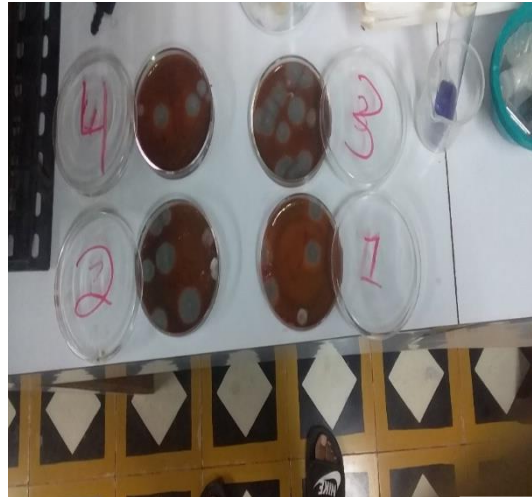
Medición del PH de la muestra



Prueba presuntiva de Pseudomonas negativo -



Escherichia coli positivo +



Coliformes fecales positivo +



Medición de conductividad eléctrica



Refractómetro para medir la salinidad de agua



Autoclave sirve para esterilizar los recipientes de laboratorio



Estreptococcus fecalis positivo en la 4ta muestra



Clostridium perfringens positivo



Aspecto del medio de cultivo de bacterias



Coliformes Termotolerantes positivo

Fecha \_\_/\_\_/\_\_

**Encuesta a los habitantes aledaños al humedal Long Bay entre la edad de 20-60 sobre los cambios que han generados los factores antropogénicos y naturales en el sitio en estudio.**

¿Cuánto tiempo de vivir en esta zona?

- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| 5-10 años      | <input type="checkbox"/> |
| 11 - 22 años   | <input type="checkbox"/> |
| 23 - 33 años   | <input type="checkbox"/> |
| 34 a 44 años   | <input type="checkbox"/> |
| Más de 50 años | <input type="checkbox"/> |

Para usted ¿Es importante la conservación de los humedales de su municipio?

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |

Porque \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

En los últimos 8 años ¿Ha notado algún cambio en el humedal Long Bay?

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |

Si la respuesta es positiva mencione algunos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es el principal uso que le dan a humedal Long Bay?

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Basurero                 | <input type="checkbox"/> |
| criadero de ganado mayor | <input type="checkbox"/> |
| criadero de ganado menor | <input type="checkbox"/> |
| zona de cultivo          | <input type="checkbox"/> |
| ninguno                  | <input type="checkbox"/> |
| Otros                    | <input type="checkbox"/> |

Si la respuesta de la pregunta fue otros

Especifique \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿cuáles cree usted que son los factores por las cuales se seca el humedal?

- |                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| Cambio climático          | <input type="checkbox"/> |
| La crianza de ganado      | <input type="checkbox"/> |
| La deforestación          | <input type="checkbox"/> |
| La contaminación          | <input type="checkbox"/> |
| Otros                     | <input type="checkbox"/> |
| Ninguna de las anteriores | <input type="checkbox"/> |

Si la respuesta de la pregunta fue otros

especifique \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

¿Habido casos de inundaciones durante la época de lluvia?

Si

No

¿Ha obtenido algún beneficio del humedal?

Extracción de árboles maderables

Faunas comestibles

Otros

ninguno

¿Considera usted que el humedal Log Bay está contaminado?

Si

No

Si la respuesta de la pregunta anterior fue positiva ¿Cuáles cree que son las causas de la contaminación?

Factores naturales

Las actividades humanas

¿Las autoridades competentes han trabajado en coordinación con la población para la protección de los humedales?

Si

No

Si a respuesta de la pregunta anterior fue si  
especifique\_\_\_\_\_

---

Fecha \_\_/\_\_/\_\_

**Encuesta a los habitantes aledaños al humedal South West Bay entre la edad de 20-60 sobre los cambios que han generados los factores antropogénicos y naturales en el sitio en estudio.**

¿Cuánto tiempo de vivir en esta zona?

- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| 5-10 años      | <input type="checkbox"/> |
| 11 - 22 años   | <input type="checkbox"/> |
| 23 - 33 años   | <input type="checkbox"/> |
| 34 a 44 años   | <input type="checkbox"/> |
| Más de 50 años | <input type="checkbox"/> |

Para usted ¿Es importante la conservación de los humedales de su municipio?

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |

Porque\_\_\_\_\_

---

En los últimos 8 años ¿Ha notado algún cambio en el humedal South West Bay?

- |    |                          |
|----|--------------------------|
| Si | <input type="checkbox"/> |
| No | <input type="checkbox"/> |



Si la respuesta es positiva mencione

algunos: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es el principal uso que le dan a humedal South West Bay?

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| Basurero                 | <input type="checkbox"/> |
| criadero de ganado mayor | <input type="checkbox"/> |
| criadero de ganado menor | <input type="checkbox"/> |
| zona de cultivo          | <input type="checkbox"/> |
| ninguno                  | <input type="checkbox"/> |
| Otros                    | <input type="checkbox"/> |

Si la repuesta de la pregunta fue otros

Especifique \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿cuáles cree usted que son los factores por las cuales se seca el humedal?

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| Cambio climático     | <input type="checkbox"/> |
| La crianza de ganado | <input type="checkbox"/> |
| La deforestación     | <input type="checkbox"/> |
| La contaminación     | <input type="checkbox"/> |
| Otros                | <input type="checkbox"/> |

Ninguna de las anteriores

Si la respuesta de la pregunta fue otros  
especifique\_\_\_\_\_

---

¿Habido casos de inundaciones durante la época de lluvia?

Si

No

¿Ha obtenido algún beneficio del humedal?

Extracción de árboles maderables

Faunas comestibles

Otros

ninguno

¿Considera usted que el humedal South West Bay está contaminado?

Si

No

Si la respuesta de la pregunta anterior fue positiva ¿Cuáles cree que son las causas de la contaminación?

Factores naturales

Las actividades humanas

¿Las autoridades competentes han trabajado en coordinación con la población para la protección de los humedales?

Si

No

Si a respuesta de la pregunta anterior fue si  
especifique\_\_\_\_\_

---

---

---

**Entrevista al departamento de medio ambiente de la Alcaldía Municipal de Corn Island sobre los cambios generados por los factores naturales y antropogénicos en los humedales de Long Bay y South West Bay.**

1. Considera que los humedales de Long Bay y South West Bay son importantes para el municipio.
2. Se ha tomado algunas medidas de protección y conservación para los humedales en estudio.
3. ¿Porque cree usted que se ven afectados los humedales? Por factores naturales y antropogénicos, explique.
4. Cuáles han sido los factores naturales y antropogénicos que han afectado los humedales de Long Bay y South West Bay.
5. Considera usted que los humedales se encuentran en buen o mal estado. Explique.
6. Cuáles son los cambios que han generado por los factores antes mencionados.

7. cree usted que estos cambios han afectado la cantidad y calidad del agua para el consumo humano explique.
8. De qué manera este problema afectaría a los pobladores aledaños a los humedales ¿Qué soluciones propone?
9. Considera usted que los humedales son vulnerables ante los efectos del cambio climático si/no porque
10. Dentro de los planes de operaciones anuales tienen algún plan de manejo a futuro para los humedales.

**Tabla 1. MEDICIÓN DE CAUDAL DEL HUMEDAL SOUTH WEST BAY**

2. Determine la velocidad media del agua		
Minutos	<b>Minutos</b>	
7	13	433 seg.
7	21	441 seg.
7	24	444 seg.
<b>Tiempo medio que tardo la botella en flotar</b>		<b>Suma total</b> 1318 seg.
<b>Del punto <u>A</u> 13.5 m <u>B</u></b>		1318seg. /3 = <b>439 seg.</b>
3. Determine la velocidad de la superficie del agua		
<b>Datos</b>	Ecuación	Solución
<b>D:13.5</b>	V.M: D/T.M	V.M: 13.5 m / 439 s= 0.031 m/s
<b>T.M: 439</b>		
<b>C.C: 0.85</b>		0.031m/s*0.85= 0.026 m/s
<b>Donde</b>		
<b>D: Distancia entre el punto A-B</b>		

<b>T.M: Tiempo medio del flotador</b>		
<b>V.M: velocidad media del agua</b>		
<b>C.C: coeficiente de corrección (0.85) constante</b>		
<b>4. Determine la anchura media</b>		
	<b>Datos</b>	13.3 m
		9.7 m
		6 m
	<b>Suma total</b>	29 m
	<b>Anchura media = 29 m / 3 = 9.7m</b>	
<b>5. Determine la profundidad media</b>		
		Datos
		1.10 m
		1.5 m
		1 m
	<b>Suma total</b>	3.6 m
	<b>Profundidad media: 3.6 m/3 = 1.2 m</b>	
<b>6. Determine el caudal del humedal South West Bay</b>		
<b>Datos</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Solución</b>
0.025 m	$C = V.m * A.m. * p.m$	$C: 0.025m/s * 9.7 m * 1.2 m = 0.3026 m^3/s$
9.7 m		$C: 0.3026m^3/ * 1000 = 302.6 L/s$
1.2 m		
<b>Nota: 1 m<sup>3</sup> = 1000 litros de agua, de modo que multiplique por esta cifra para convertir las medidas del caudal de agua en litros por segundo (l/s).</b>		

<b>Tabla 2. CÁLCULO DE CAUDAL DEL HUMEDAL LONG BAY</b>		
<b>1. Determine la velocidad media del agua</b>		
<b>Minutos</b>	<b>Segundos</b>	
1	57	117 seg.
1	55	115 seg.
1	59	119 seg.
<b>Tiempo medio que tarda la botella en flotar Del punto <u>A</u> 10 m <u>B</u></b>		<b>Suma total 351 seg.</b>
		$351seg. / 3 = 117 seg.$
<b>Determine la velocidad de la superficie del agua</b>		
<b>Datos</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Solución</b>
<b>D: 10 m</b>	$V.M: D/T.M$	$V.M: 10 m / 117 s = 0.085 m/s$
<b>T.M: 117 seg</b>		
<b>C.C: 0.85</b>		$0.085m/s * 0.85 = 0.073 m/s$

<b>Donde</b>		
<b>D: Distancia entre el punto A-B</b>		
<b>T.M: Tiempo medio del flotador</b>		
<b>V.M: velocidad media del agua</b>		
<b>C.C: coeficiente de corrección (0.85) constante</b>		
<b>Determine la anchura media</b>		
	<b>Datos</b>	13.3 m
		9.7 m
		6 m
	<b>Suma total</b>	29 m
	<b>Anchura media</b>	$= 29 \text{ m} / 3 = 9.7\text{m}$
<b>Determine la profundidad media</b>		
		Datos
		1 m
		1.2 m
		1.1 m
	<b>Suma total</b>	3.3 m
	<b>Profundidad media:</b>	$3.3 \text{ m} / 3 = 1.1\text{m}$
<b>DETERMINE EL CAUDAL DEL HUMEDAL LONG BAY</b>		
<b>Datos</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Solución</b>
0.073 m	$C = V.m * A.m. * p.m$	$C: 0.073\text{m/s} * 1.1 \text{ m} * 0.2\text{m} = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}$
1.1 m		
0.2 m		$C: 0.016\text{m}^3 / * 1000 = 16.06 \text{ L/s}$
<b>Nota: 1 m<sup>3</sup> = 1000 litros de agua, de modo que multiplique por esta cifra para convertir las medidas del caudal de agua en litros por segundo (l/s).</b>		