



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas,**

**Oceánicas y Recursos Naturales**

**“ESTUDIO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA  
ZONA INTERMAREAL DE LA RESERVA ECOLÓGICA  
MANGLARES CHURUTE DURANTE LA ÉPOCA SECA Y  
HÚMEDA”**

## **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO**

Presentado por:

**MORENO SALAZAR HENRY JAVIER**

**SANGOLQUÍ PALTÁN CAROL FANNY**

Guayaquil – Ecuador

2015

## **AGRADECIMIENTOS**

A la institución Escuela Superior Politécnica del Litoral por la prestación de financiamiento para nuestro proyecto de investigación. A Paola Calle, Ph.D.; Antonio Herrera, Ph.D.; y al Blgo. Omar Alvarado por su constante guianza y preocupación por el desarrollo de nuestro proyecto, especialmente por demostrarnos que con responsabilidad, puntualidad y dedicación se pueden lograr nuestros objetivos de vida.

A los Blgos. Diego Costa y Carlos Aleman por su ayuda en el área de la estadística.

Infinitas gracias a las Ings. Diana Miranda y Leonela Alvarez por su diligencia y excelente disposición para los trámites involucrados en nuestro proceso de graduación.

**TRIBUNAL DE PROYECTO**

*Paola Calle D.*

---

**EVALUADOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Ph.D. Katuska Paola Calle Delgado**

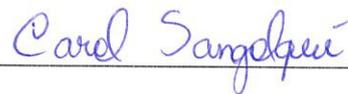
## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Investigación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de ESPOL)



Henry Javier Moreno Salazar



Carol Fanny Sangolquí Paltán

## **INDICE**

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Ecosistema Estuarino.....	2
1.2. Manglares churute .....	2
1.2.1. Importancia.....	5
1.2.2. Calidad de Agua y Sedimento .....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
2.1. Sitio de Muestreo .....	12
2.2. Recolección de Muestras .....	15
2.2. Análisis de parámetros ambientales .....	15
2.2.1 Análisis de Calidad de Agua .....	15
2.2.2 Análisis de calidad de sedimento.....	17
2.1 Análisis Estadístico .....	18
3. RESULTADOS .....	20
3.1. Análisis de Calidad de Agua.....	20
3.2. Análisis de Calidad de Sedimento.....	35
3.3. Análisis Exploratorio de Componente Principales (PCA).....	40
4. DISCUSIONES .....	42
CONCLUSIONES .....	47
Referencias .....	48
ANEXOS.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la Reserva Ecológica Manglares Churute .....	3
Figura 2. Sitios de muestreo durante época seca y época húmeda .....	14
Figura 3. Temperatura en Época Seca y Época Húmeda. ....	20
Figura 4. Oxígeno Disuelto en Época Seca y Época Húmeda .....	21
Figura 5. Porcentaje de Saturación de Oxígeno en Época Seca y Época Húmeda.....	22
Figura 6. Amoniacó en agua por Época Seca y Época Húmeda .....	23
Figura 7. pH de agua en Época Seca y Época Húmeda. ....	24
Figura 8. Conductividad en Época Seca y Época Húmeda. ....	25
Figura 9. Salinidad en Época Seca y Época Húmeda .....	26
Figura 10. Turbidez en Época Seca y Época Húmeda.....	27
Figura 11. Sulfuro en Época Seca y Época Húmeda .....	28
Figura 12. Fosfato en Época Seca y Época Húmeda. ....	29
Figura 13. Nitrito en Época Seca y Época Húmeda .....	30
Figura 14. Sulfato en Época Seca y Época Húmeda.....	31
Figura 15. Sólidos Totales en Época Seca y Época Húmeda.....	32
Figura 16. Sólidos Sedimentables en Época Seca y Época Húmeda.....	33
Figura 17. Sólidos Suspendidos Totales en Época Seca y Época Lluviosa.....	34
Figura 18. Amoniacó en sedimento en Época Seca y Época Lluviosa.....	35
Figura 19. pH en sedimento en Época Seca y Época Lluviosa .....	36
Figura 20. Porcentaje de Arena en Época Seca y en Época Húmeda.....	37
Figura 21. Porcentaje de Limo en Época Seca y Época Húmeda.....	38

Figura 22. Porcentaje de Limo en Época Seca y Época Húmeda.....	38
Figura 23. Materia Orgánica en Época Seca y Época Húmeda.....	39
Figura 24. Análisis Temporal de Componentes Principales de Casos vs Variable Época.....	41

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla I. Coordenadas Geográficas de los puntos de muestreo durante la época seca. 12

Tabla II. Coordenadas Geográficas de los puntos de muestreo durante la época  
húmeda. .... 13

## **RESUMEN**

Se determinaron parámetros físico-químicos de agua y sedimento en estuarios de la Reserva Ecológica Manglares Churute, durante la época seca (2014) y húmeda (2015), con el propósito de: evaluar su calidad a través del Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental para la preservación de la flora y fauna en aguas estuarinas (TULSMA), analizar temporalmente (entre estaciones climáticas) los resultados y tener una visión general de su estado. El análisis multivariado exploratorio de FA/PCA ( $>0.70$ ) y el test no paramétrico de U Mann Whitney, demostraron que existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), entre épocas, de todos los parámetros a excepción de amoníaco en agua, sulfuro, fosfato, nitrito y materia orgánica. Niveles de oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, conductividad, amoníaco en sedimento y sólidos totales fueron mayores en la época seca; mientras que temperatura, pH de agua y pH de sedimento fueron mayores en la época húmeda. Estas variaciones pueden ser consecuencias de los procesos oceanográficos costeros. Amoníaco en agua no cumplió con los límites establecidos por TULSMA en ambas épocas. Se notaron diferencias significativas entre ambas épocas del año en diferentes parámetros de calidad de agua y sedimento. La época húmeda presentó condiciones de calidad de agua y sedimento adversas.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. *Ecosistema Estuarino***

Según la definición [1, 2] adoptada por la Agencia de Protección Medioambiental de los Estados Unidos (USEPA) un estuario es:

“Un cuerpo de agua parcialmente encerrado que tienen una conexión libre con el mar abierto, en el cual el agua de mar se mezcla con agua dulce derivada del drenaje de tierras”

En otras palabras son áreas de transición de tierra a mar y de agua dulce a salada.

Los estuarios son críticos para la supervivencia de muchas especies. Su importancia radica en que provee una gran variedad de hábitat, cunas marinas, alta productividad, filtración de agua, control de inundaciones, contribuye a la economía y cultura. Miles de aves, mamíferos, peces, otros tipos de vida silvestre y humanos dependen de los hábitats estuarinos para vivir, alimentarse y reproducirse [3].

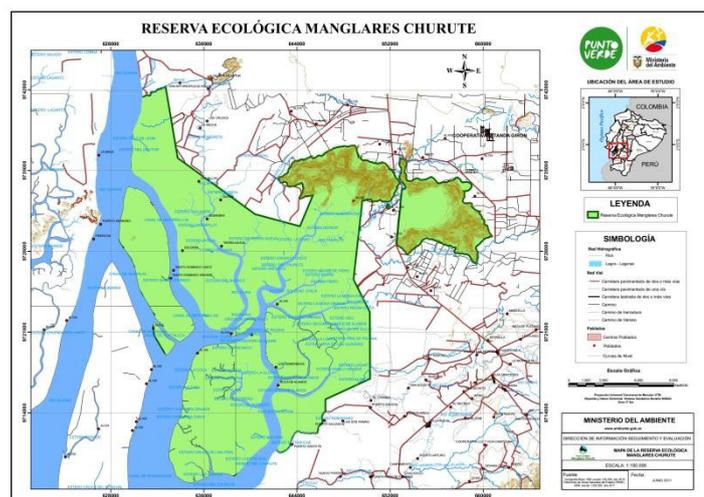
## **1.2. *Manglares churute***

Manglares Churute fue declarada Reserva Ecológica en 1979, según el Acuerdo Ministerial No. 322, con una superficie de 35.042 ha. En 1992 se extendió a 49.389 ha y se adicionó 100 m de zona de amortiguamiento en las faldas de los cerros [4].

Forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP) y cuenta con un reconocimiento de tratado internacional, Ramsar (ANEXO A) [5].

Fue designada sitio Ramsar en 1990, con el número 502. Consta como un humedal de tipo marino costero I; J, F, bajo los criterios Ramsar 1b; 2c (ficha Ramsar). Es representativo, raro o único, de importancia internacional [6]. Está constituido por: bosques intermareales de manglar, lagunas salobres, pantanos lénticos, estuarios y sistemas estuarinos de delta. Tiene una vasta extensión de manglares que constituyen la más grande del Pacífico oriental [5].

Está localizada en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y la cuenca baja del Río Guayas [7], en la provincia de Guayas, parroquia Taura, Cantón Naranjal, extendiéndose hasta el cantón Guayaquil. Sus coordenadas geográficas son: 02°28' Sur y 79°42' Oeste [5, 8].



**Figura 1.** Mapa de la Reserva Ecológica Manglares Churute

Fuente: Ministerio de Ambiente del Ecuador

La superficie engloba relieves colinados, depósitos marinos, relieves planos de llanuras aluviales, islas y cordillera montañosa [9]. El conjunto de islas comprende: Matorrillos, Los Ingleses, Los Álamos, Malabrigo, Cabeza de Mate y Churutillo [4]. La cordillera montañosa proviene de la cordillera Churute (600 m de altura) y alberga cerros como: Mate, Cimalón, Perequeté Chico, Perequeté Grande, Pancho Diablo, Más Vale y Pecho de Niña [10].

Hidrológicamente, se mezclan aguas salinas del Océano Pacífico con las aguas dulces de los ríos Taura, Churute, Cañar y Naranjal. Ofrece suministro, regulación de disponibilidad de aguas superficiales, recarga de aguas subterráneas y purificación del agua al captar nutrientes y contaminantes [5, 8, 9, 11, 12].

Existen dos periodos estacionales claramente diferenciados: la época húmeda desde el mes de enero hasta abril y la época seca, desde el mes de julio hasta octubre; el resto de meses son considerados de transición [5, 13]. Estos cambios estacionales son influenciados por una serie de factores como: la circulación del aire, determinada por el movimiento rotacional de la tierra y la presencia de dos corrientes. En el Norte, la Corriente de Panamá o del Niño, caracterizada por poseer aguas cálidas y de baja salinidad; en el Sur, la Corriente de Perú, que trae aguas frías de alta salinidad. Estas convergen con una contracorriente denominada Frente Ecuatorial [13, 14, 15].

Según Cárdenas (1995, Tesis de Maestría, University of Southwestern Louisiana, Lafayette, LA, USA), la temperatura oscila entre 23-30°C con una media de 25°C;

mientras [5] menciona una media de 25.6°C, recalcando la regularidad de los valores a lo largo de todo el año. El lugar presenta una media de precipitación anual de 850 mm [5], el 95% se produce durante la época lluviosa [18].

### 1.2.1. Importancia

Representa un sitio de gran importancia por sus servicios ecológicos; contribuye al reciclaje de las aguas, al control de inundaciones y erosión del suelo; es sitio de refugio, reproducción y crecimiento de una gran diversidad de especies, algunas de estas, de interés comercial [17, 18, 19].

Existen 5 de las 7 especies de manglar de la costa ecuatoriana que son: *Rhizophora mangle*, *Rhizophora harrisonii*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Avicenia germinans*; en asociación con familias como Bromeliaceae, Polypodiaceae, Orchidaceae [5, 9, 20, 21]. Se los clasifica estructuralmente en tres tipos: alto (>15m), medio (15-5m) y bajo (<5m) [5]. Sus características ecológicas desempeñan las funciones de captación de sedimentos y estabilización costera; reciclaje de ciclo de agua, carbono, nutrientes; mitigación del clima y peligros naturales [18]. Conserva la diversidad biológica, al sustentar especies vulnerables, o en peligro, o comunidades ecológicas amenazadas [5, 6]. Genera alta productividad, diversidad biológica y producción de materia orgánica. Las raíces sumergidas de los manglares proveen hábitat y refugio reproductivo y zonas de cría para larvas y juveniles de especies marinas que nacen en ecosistemas cercanos; las copas de los mangles albergan y

proveen áreas de anidaje a especies de aves residentes y migratorias, vulnerables o en peligro de extinción.

Según [11], entre los especímenes acuáticos encontrados tenemos que: huevos de peces dominan el zooplancton y a medida que se alejan del golfo se registra mayor cantidad de copépodos [22]. El ictioplancton se representa por 29 familias, las más abundantes son *Engraulidae* (*Anchoa* sp., *Engraulis* sp., *E. ringens*, *Cetengraulis mysticetus*, *Anchovia* sp.), *Gobiidae*, *Sciaenidae* [23]. Especies macrobénticas como la ostra *Crassostrea columbiensis* (Hanley) y *C. iridiscens* (Hanley), el cangrejo rojo de manglar *Ucides occidentalis*, y *Mytella guyanensis* (Lamarck), *M. strigata* (Hanley), el cangrejo azul *Callinectes* sp., que representa el 63.6% entre todos los decápodos; *Penaeidos vannamei* (Boone) y *P. californiensis* (Holmes) [24].

El impacto humano produce degradación de los manglares al ser talados para camaroneras, o al filtrarse químicos fertilizantes utilizados en la agricultura; esto puede producir pérdidas de biodiversidad y cambios en las funciones ecológicas.

En el Plan de Manejo de la Reserve Ecológica Manglares Churute de [8], se menciona que los asentamientos humanos dentro de la reserva y el Área de Influencia no se concentran en un sitio determinado, al contrario se presentan en caseríos dispersos, sin embargo [25] menciona que en el área de influencia predominan dichos asentamientos, además la zona plana/transición es la más poblada, seguido de la de manglar y pocos en la laguna de Cancón. En estos sectores los servicios básicos como educación, salud o saneamiento eran pobres o limitados.

Las actividades económicas en la REMCH se manifiestan de acuerdo al sitio de referencia, es así que en zonas como la Laguna de Cancón y la zona plana o de transición, la economía se basa de la agricultura, ganadería y la actividad maderera; el área de manglar como lugar más significativo se destina a múltiples usos, ahí se desarrolla: la pesca de especies comerciales: peces, crustáceos y moluscos; la tala de mangle es fuente de carbón, instalación de red de estacada, sitio para cultivo de camarón [8, 26, 27, 28].

La pesca que se desarrolla es artesanal, los principales artes de pesca dentro de la Reserva son: Trasmallo, utilizado para la captura de corvina, róbalo, bagre, guanchiche, sábalo y camarón; atarraya, para la captura de camarón de río, trampas para capturar jaibas; anzuelos de mano; y la recolección manual para capturar cangrejos, conchas, mejillones y ostiones [26].

El turismo en los últimos años se ha presentado como una alternativa de fuentes de trabajo, aprovechando la diversidad de especie que posee la REMCH, los visitantes pueden observar la flora y fauna en cerros como El Mate, Pancho Diablo, aves acuáticas en la Laguna de Cancón y delfines en las áreas costeras [29].

### **1.2.2. Calidad de Agua y Sedimento**

Los estuarios son de gran importancia para el desarrollo socioeconómico, salud humana y del ecosistema. Alteraciones de estos pueden afectar la calidad del agua y sedimento. Una buena calidad representa el estado normal e inalterado de los

constituyentes en el agua; alguna desviación de este estado natural es considerando como deterioro en la calidad [30].

La calidad del agua se valora mediante la evaluación de variables físicas, químicas y biológicas del agua. Los parámetros físicos y químicos sirven para indicar la naturaleza química de los constituyentes y sus propiedades físicas, pero no muestra el impacto que tienen en la vida acuática; por otro lado, los parámetros biológicos sí aportan esta información mas no indica cuales fueron los contaminantes responsables [31]. Sería bueno evaluarlos juntos [32], sin embargo existen ventajas y desventajas. Los biológicos toman mucho tiempo para ser medidos y las especies seleccionadas dependen específicamente de lo que se desee evaluar, mientras que los físico-químicos son rápidos, se puede tomar con más frecuencia y los datos nos sirven para diferentes tipos de estudio [33].

El análisis de parámetros físico-químicos del sedimento es indispensable cuando se monitorea el estatus de un humedal, ya que muchos contaminantes como orgánicos recalcitrantes y los metales tóxicos se concentran más en los sedimentos que en el agua; además en los sedimentos se depositan restos orgánicos e inorgánicos que sirven como marcadores o geocronómetros [33].

El constante incremento de actividades humanas en el sitio afecta las condiciones ambientales del lugar, especialmente la calidad del agua y el suelo [11]. El uso de químicos para camaroneras y cultivos agrícolas altera las condiciones físicas, químicas y biológicas del estero [34]; la falta de planificación urbana y el

desconocimiento por parte de los pobladores provocan un mal manejo de efluentes [35, 36].

Por este motivo, en los últimos años, instituciones educativas, privadas, y gubernamentales han realizado estudios de calidad ambiental e implementado medidas para mitigar el impacto humano en la vida acuática y mejorar la calidad de vida de los pobladores sobre la zona del Golfo de Guayaquil, cumpliendo con los objetivos estipulados en el Plan Nacional del Buen Vivir. Sin embargo, la mayoría de información se centra en la Reserva de Producción Faunística Manglares del Salado (RPFMS) y otras zonas del estuario del Río Guayas.

En el Golfo de Guayaquil, publicaciones como la de [11], ya reportaban datos de las condiciones físico-químicas en los cuerpos de agua, debido al aumento del volumen de descargas de aguas domésticas e industriales de la ciudad de Guayaquil. Aguas del Estero del Salado reportaron niveles de coliformes fecales que superaban los valores permitidos por la EPA y el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental del Ecuador, tanto en los años 1996 como en 1998 [37]. [38, 39] usaron parámetros bio-ecológicos concluyendo que las aguas están contaminadas en el sector Norte de Guayaquil; ambos estudios demostraron influencias antropogénicas debido a las cargas orgánicas depositadas en el estero.

Instituciones educativas como La Universidad de Guayaquil, y la ESPOL han monitoreado periódicamente la calidad de agua del estuario del Río Guayas [40, 41], dentro del cual se encuentran estuarios de la REMCH.

La mayoría de información se centra en el Estero El Salado, aunque [11, 16] describen ciertos parámetros de calidad ambiental de la *Reserva Ecológica Manglares Churute*; pero no existe una línea base concreta, sino información dispersa.

El presente proyecto de investigación consiste en un “Estudio de las condiciones ambientales de la Reserva Ecológica Manglares Churute (REMCH), durante la época seca y húmeda”. La hipótesis establece que los resultados del análisis de parámetros ambientales físico-químicos, no exceden los límites permisibles de la legislación ecuatoriana. A su vez no existe diferencia temporal en la calidad del agua y sedimento de la REMCH.

El objetivo de la tesis es evaluar la calidad del agua y sedimento de la reserva durante dos estaciones climáticas distintas y así tener una visión general de su estado.

Los objetivos específicos son:

- Determinar parámetros físico-químicos de calidad de agua y sedimento de la REMCH, en época seca y húmeda.
- Verificar si los valores obtenidos se encuentran dentro del intervalo permitido que marca la legislación ecuatoriana vigente.
- Analizar temporalmente los resultados de calidad de agua y sedimento.

Este proyecto serviría como línea base para condiciones ambientales en REMCH y tener una visión general de su estado, las cuales podrían ser utilizadas para compararlas con estuarios del Golfo que estén bajo diferentes influencias

antropogénicas. A su vez, serviría como guía para futuros proyectos de manejo y conservación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Sitio de Muestreo

El muestreo se lo realizó en la zona intermareal del estuario de la Reserva Ecológica Manglares Churute. La zona fue dividida en 4 estaciones, para poder abarcar un amplio rango dentro del estuario; a su vez cada estación tiene 3 réplicas distanciadas entre sí con 10 a 25 metros aproximadamente, obteniendo un total de 12 muestras por época, cada uno considerando su ubicación en GPS (**Tabla I y II**) (**Figura 2**).

**Tabla I.** Coordenadas Geográficas de los puntos de muestreo durante la época seca.

<b>Coordenadas Geográficas de REMCH 04/Dic/2014</b>				
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>RÉPLICA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
			<b>Este</b>	<b>Sur</b>
1	Boca de Álamo	1	0640855	9719782
		2	0640940	9719443
		3	0640978	9718920
2	Río Taura	1	0638595	9725918
		2	0638663	9726112
		3	0638862	9726462
3	Churute	1	0642891	9725572
		2	0642437	9725739
		3	0642328	9726095
4	Tormento	1	0637170	9719893
		2	0637171	9719853
		3	0637168	9719921

**Tabla II.** Coordenadas Geográficas de los puntos de muestreo durante la época húmeda.

<b>Coordenadas Geográficas de REMCH 03/Feb/2015</b>				
	<b>ESTACIÓN</b>	<b>RÉPLICA</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>	
			<b>Este</b>	<b>Sur</b>
1	Boca de Álamo	1	0640866	9721418
		2	0640987	9721627
		3	0641187	9722111
2	Río Taura	1	0638559	9725676
		2	0638599	9725940
		3	0639003	9726685
3	Churute	1	0642340	9726018
		2	0642537	9726358
		3	0642515	9726358
4	Cruces de Tamarindo	1	0644145	9721535
		2	0644179	9721800
		3	0644211	9721934

Se realizaron dos muestreos: el 4 de Diciembre del 2014 en época seca, y el 13 de Febrero del 2015 en época lluviosa. El mes de Diciembre es considerado como periodo de transición, pero al no presentarse condiciones atmosféricas características de la época húmeda se lo consideró como época seca. La recolección fue realizada en la mañana durante marea baja.

En cada estación de muestreo se midieron parámetros *in situ* con el múltiparámetro HQ30D de HACH como: Temperatura (°C), Oxígeno Disuelto (mg/l), Porcentaje de Saturación de Oxígeno (%). Aparte, con el kit de HACH (2000) se midió Sulfuro de Hidrógeno (mg/l). Posteriormente se tomaron muestras de agua y sedimento para ser analizados en el laboratorio de Ecotoxicología y Calidad de Agua de la Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales.



**Figura 2.** Sitios de muestreo durante época seca (i) y época húmeda (d)

**Fuente:** Google Earth (2013)

## **2.2 *Recolección de Muestras***

Previo a la recolección de muestras se lavaron botellas de vidrio y plástico de litro con jabón neutro, se las mantuvo por 24 horas en baño ácido. Luego son enjuagadas con agua destilada.

Botellas de vidrio de un litro son para análisis químicos y las de plástico para sólidos sedimentables. La recolección se hizo cuidadosamente evitando que se formen burbujas ya que estas alteran molecularmente la muestra. Es preferible tomar muestras de agua primero que de suelo para no levantar partículas. Se colocó en una hielera para mantenerlas frías.

Con una draga Van Veen se recolectó el sedimento de la zona intersticial para su posterior análisis. Las muestras de sedimento fueron guardadas en fundas plásticas (Ziploc) y colocadas en una hielera para mantenerlas frías hasta llegar al laboratorio.

## **2.2 *Análisis de parámetros ambientales***

### **2.2.1 *Análisis de Calidad de Agua***

El pH, conductividad y turbidez se midieron utilizando: pH-metro de mesón, multiparámetro HQ30D y turbidímetro 2100Q portátil respectivamente. Todos de marca HACH.

*Amoniaco.* Para medir amoniaco en agua se utilizó el espectrofotómetro HACH DR2800. La metodología usada fue “Nitrógeno Amoniacal 385”; en el cual se utiliza

como reactivos “Cianuro de Amoníaco” y “Silicilato de Amoníaco”. Los resultados son expresados en mg/L NH<sub>3</sub>-N. Si fuese el caso se lo diluyó 1 en 10.

*Sulfuro.* El sulfuro fue medido en un espectrofotómetro HACH DR2800 a una longitud de onda de 665nm, utilizando la metodología del Test de Sulfuro de HACH, en el que usamos como reactivo “Sulfuro 1” y “Sulfuro 2. Los resultados son expresados en mg/L S<sup>2-</sup>.

*Fosfato.* Se usó la metodología HACH del Método 8048 y el reactivo “PhosVer 3”. Las muestras fueron analizadas en el espectrofotómetro HACH DR2800 a una longitud de onda de 880nm. Los resultados son expresados en mg/L PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>.

*Nitrito.* Para medir Nitrito se utiliza la metodología 8507 de HACH, la cual consiste en trabajar con el reactivo NitriVer 3, analizando la muestra en el espectrofotómetro HACH DR2800 a una longitud de onda de 507nm. Se expresan los resultados en mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>N.

*Sulfato.* Utilizando la metodología HACH 8051, en el cual se usa el reactivo SulfaVer 4, se tomó lectura en el espectrofotómetro HACH DR2800, con una longitud de onda de 450nm. Los resultados se expresan en mg/L SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

*Sólidos Suspendidos Totales.* Se licuó por dos minutos 600 ml del contenido, de la alícuota resultante se pasó 10µl a una sendilla para medir en el espectrofotómetro HACH DR2800 a una longitud de onda de 810nm. Los resultados se expresan en mg/L.

*Sólidos Sedimentables.* En un Cono Imhoff de 1000ml se depositó el contenido de la muestra previamente agitada y se esperó por una hora y se procedió a tomar lectura del contenido de los sólidos depositados en el fondo. El valor se expresó en mg/L.

*Sólidos Totales.* Se pesa una cápsula y luego se agrega 50 ml de la muestra previamente agitada para nuevamente se pesa la cápsula con el contenido. Se mantiene en una estufa a 90°C por 24 horas y finalmente se vuelve a pesar la capsula. Se determina los SST con la siguiente fórmula:

$$SST = [(B - A) * 10^3] / V$$

Dónde:

A = peso de placa (mg)

B = peso de residuo sólido + placa (mg)

V = volumen de muestra (ml)

### **2.2.2 Análisis de calidad de sedimento**

*Potencial de Hidrógeno.* Se analizó con la misma metodología que el análisis en agua.

*Amoniaco.* Por cada réplica llenamos 12 tubos Falcon con 35g de muestra de sedimento, y los centrifugamos a 12000 RPM durante 10 minutos, luego con una pipeta de 25 ml extraemos el sobrenadante (agua intersticial) de los tubos y lo depositamos hasta llenar dos tubos plásticos Falcon aparte. Con el agua intersticial

resultante, se realiza el mismo procedimiento usado para determinar amoníaco en agua.

*Textura de sedimento.* Se realizó la metodología de [42] (modificación del método de la pipeta) para separar por tamaño las partículas de arena, limo y arcilla e indicar el porcentaje de cada una en el sedimento. Con estos porcentajes se caracterizó el tipo de suelo del lugar con el sistema del [43].

*Materia orgánica.* Se obtuvo siguiendo la metodología de [44], que consiste en colocar dos crisoles previamente determinados sus pesos con 10g de muestra en una estufa a 90°C por 24h, sacar y pesarlos para luego ser depocitados en una mufla a 600°C por 24h, y determinar su peso.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia orgánica} = ((\text{peso2} - \text{peso3}) / (\text{peso 3} - \text{peso 1})) * 100$$

Dónde:

Peso 1: Peso del crisol.

Peso 2: Peso de crisol y muestra luego de la estufa.

Peso 3: Peso de crisol y muestra luego de la mufla.

## **2.1      *Análisis Estadístico***

Se utilizó análisis de varianza y estadística descriptiva, para comparar datos entre época seca y época húmeda.

*Descriptiva.* Se obtuvo valores de media y desviación estándar de parámetros físico-químicos por época; representadas con gráficos de barras.

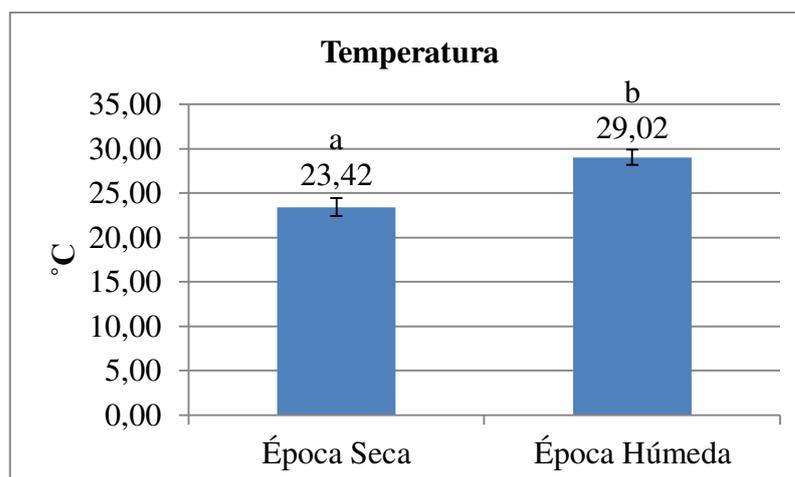
*Análisis de Varianza.* Se trabajó con el software Statistica v.7, el estudio se dividió en dos fases, la primera una exploratoria donde se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA) previamente estandarizando los datos para obtenerlos sin dimensión y evitar errores al clasificar [45], buscando deductivamente: diferencias entre épocas e identificar las principales factores que influyen en las variaciones temporales de la calidad de agua y sedimento. Los parámetros utilizados fueron: Temperatura (T), Oxígeno Disuelto (OD), Saturación de Oxígeno (SO), Amoníaco en Agua ( $\text{NH}_3\text{Agua}$ ), pH en Agua (pH Agua) , Fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), Conductividad (C) Turbidez (TZ), Salinidad (SL), Sulfuro ( $\text{S}^{2-}$ ), Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), Sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Sólidos Totales (ST), Amoníaco en Sedimento ( $\text{NH}_3\text{Sed}$ ) y pH en sedimento (pH Sed), Materia Orgánica (MO), se obvió Sólidos Sedimentables y Sólidos Suspendidos Totales debido a pérdida de datos.

En la segunda fase se buscó comprobar si existen diferencias significativas de cada parámetro ambiental entre épocas, al no cumplir con el supuesto de normalidad se utilizó el método no paramétrico de Mann Whitney U Test con un nivel de confianza a priori  $p < 0,05$  [45, 46, 47].

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis de Calidad de Agua

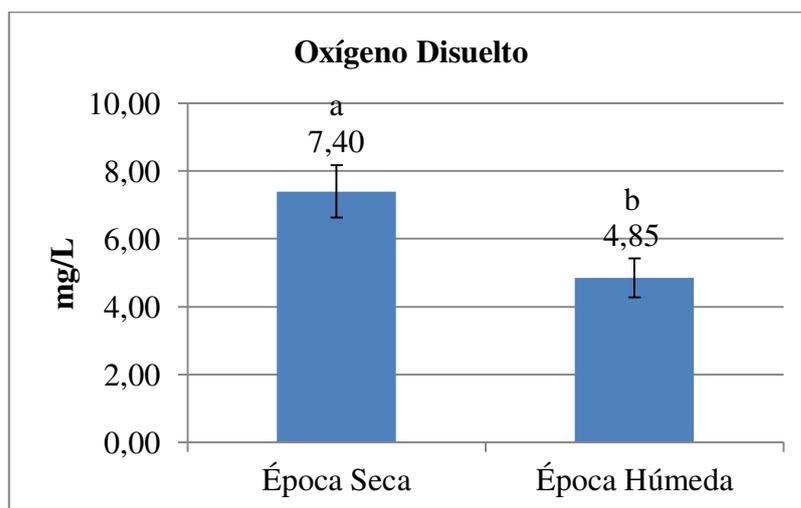
*Temperatura.* En la época seca fue de  $23,42^{\circ}\text{C} \pm 0,9962$  y en la época húmeda de  $29,02^{\circ}\text{C} \pm 0,8716$ ; la media es mayor en época húmeda con diferencias significativas ( $p=0,000001$ ), ambas épocas se encuentran dentro de los límites establecidos por TULSMA (+3) (**Figura 3**).



**Figura 3.** Temperatura en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

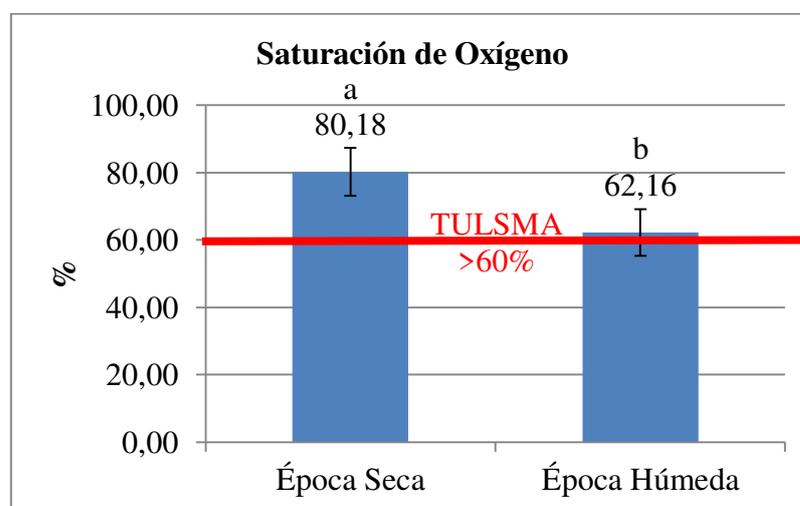
*Oxígeno Disuelto*. Los valores promedios de O.D. en la REMCH fueron: época seca  $7,40\text{mg/L} \pm 0,77$ , época húmeda  $4,85 \pm 0,57$ ; la media es mayor en época seca con diferencias diferencias significativas ( $p=0,000001$ ) (**Figura 4**).



**Figura 4.** Oxígeno Disuelto en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

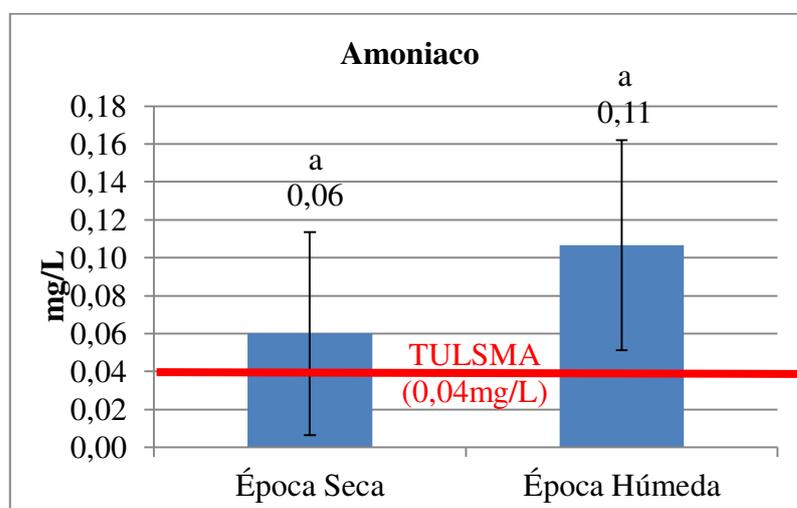
*Porcentaje de Saturación de Oxígeno.* El valor promedio de Porcentaje de Saturación de Oxígeno para la época seca es de  $80,18\% \pm 7,0487$  y época húmeda  $62,16\% \pm 6,92$ ; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,000103$ ), ambas épocas se encuentran de los límites establecidos por TULSMA ( $>60\%$ ) (Figura 5).



**Figura 5.** Porcentaje de Saturación de Oxígeno en Época Seca ( $n=12$ ) y Época Húmeda ( $n=12$ ). Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas. Línea roja indica el límite establecido por TULSMA.

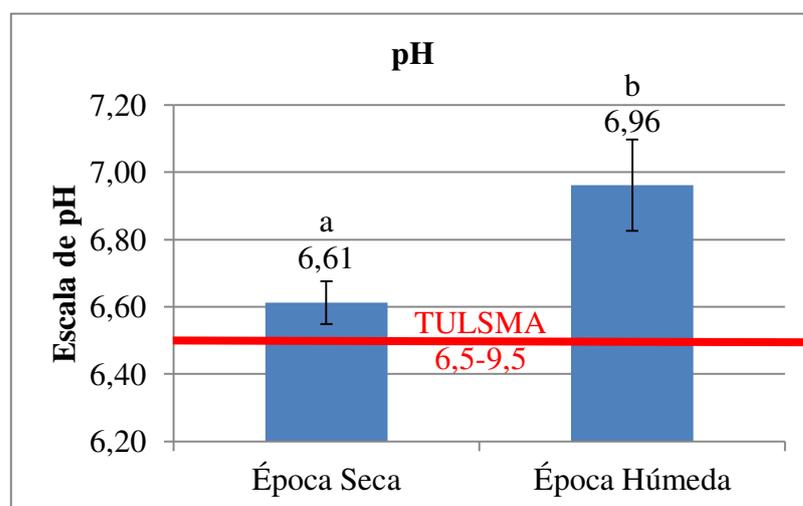
*Sulfuro de Hidrógeno.* Los resultados indican que tanto en la época seca como húmeda no hubo presencia de  $H_2S$  en la Reserva.

*Amoniaco*. En la época seca el valor promedio de  $\text{NH}_3$  en la Reserva es de  $0,06 \pm 0,05\text{mg/L}$  y en la época húmeda  $0,11\text{mg/L} \pm 0,6$ ; no existen de diferencias significativas, ambas épocas sobrepasan los límites establecidos por TULSMA ( $0,04\text{mg/L}$ ) (**Figura 6**).



**Figura 6.** Amoniaco en agua por Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12). Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas. Línea roja indica límite establecido por TULSMA.

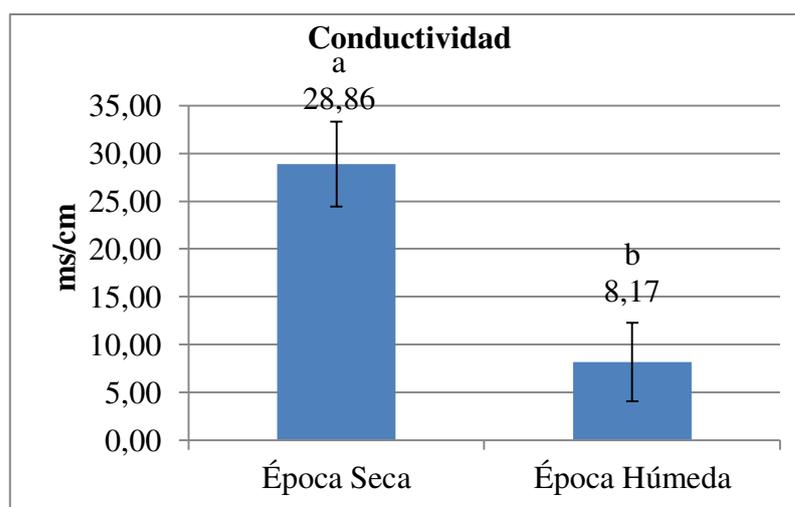
*Potencial de Hidrógeno.* El pH resultó con promedios de:  $6,61 \pm 0,06$  durante época seca y  $6,96 \pm 0,14$  durante época húmeda; la media es mayor en época húmeda con diferencias significativas ( $p=0,000005$ ), ambas épocas se encuentran dentro del rango permisible por TULSMA (6,5-9,5) (**Figura 7**).



**Figura 7.** pH de agua en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas. Línea roja indica el mínimo establecido por TULSMA.

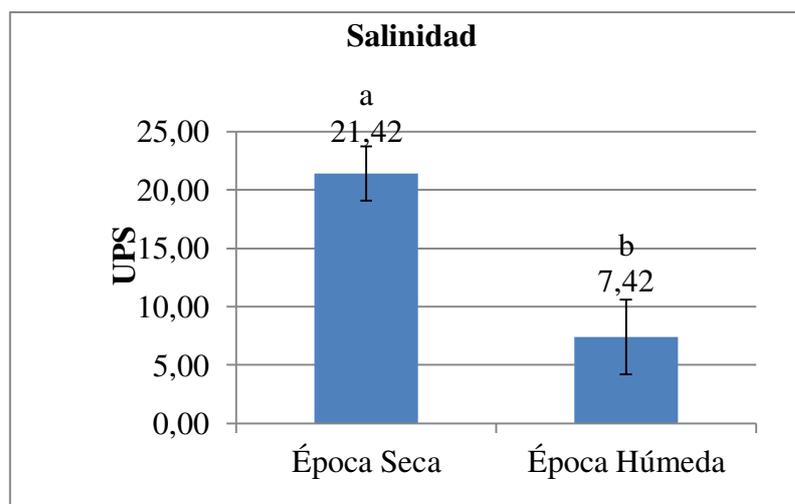
*Conductividad.* El valor promedio de conductividad de la época seca es de 28,86ms/cm  $\pm$  4.44 y en la época húmeda de 8,17ms/cm  $\pm$  4.13; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,000001$ ) (**Figura 8**).



**Figura 8.** Conductividad en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

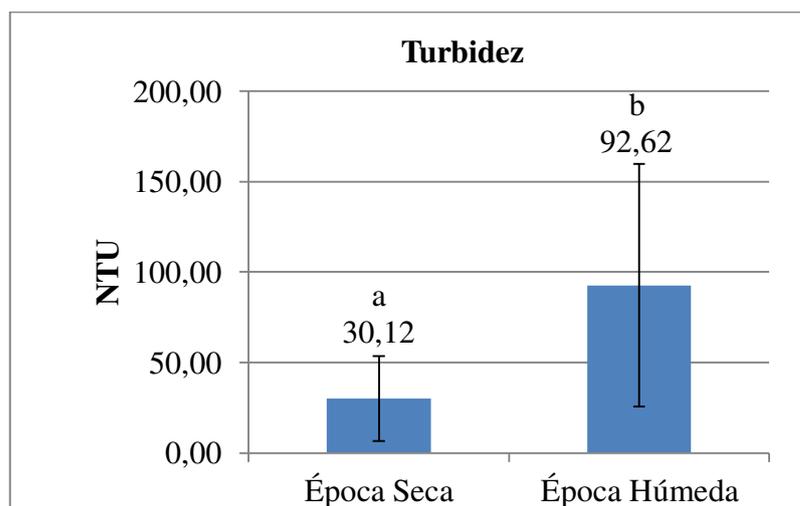
*Salinidad.* Los valores promedios de salinidad en el Reserva fueron: época seca  $21,42 \pm 2,31$  y época húmeda  $7,42 \pm 3,20$ ; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,000001$ ) (**Figura 9**).



**Figura 9.** Salinidad en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

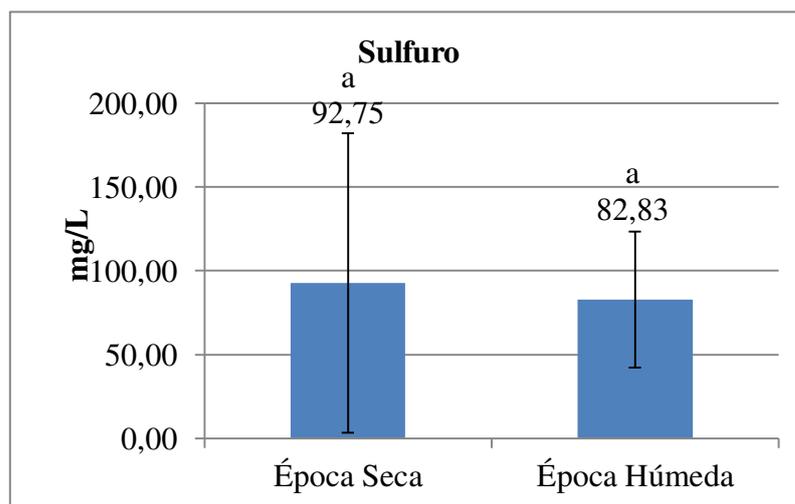
*Turbidez.* Durante la época seca se presentó un valor promedio de turbidez de  $30,12\text{NTU} \pm 23,51$  y en la época húmeda  $92,62\text{NTU} \pm 67,11$ ; la media es mayor en época húmeda con diferencias significativas ( $p=0,004513$ ). (**Figura 10**).



**Figura 10.** Turbidez en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

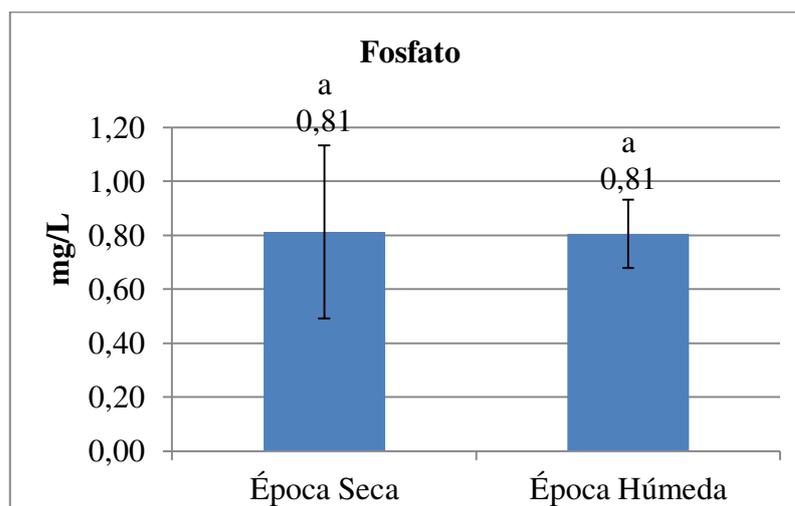
*Sulfuro*. Se presentó valores promedios de 92,75mg/L  $\pm$  89,34 en época seca y 82,83mg/L  $\pm$  40,64 en época húmeda; no existen diferencias significativas (**Figura 11**).



**Figura 11.** Sulfuro en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

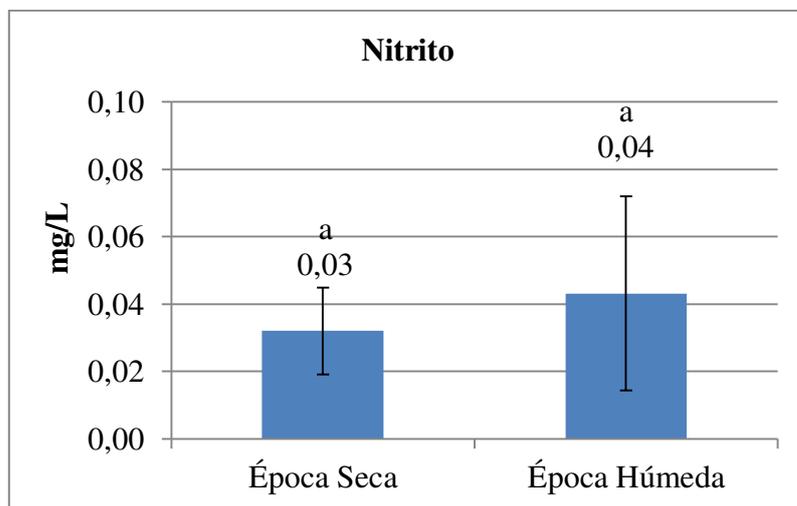
*Fosfato*. El valor promedio de  $\text{PO}_4^{3-}$  en la REMCH durante época seca fue de  $0,81\text{mg/L} \pm 0,32$  y durante época húmeda de  $0,81\text{mg/L} \pm 0,13$ ; no presenta diferencias significativas (**Figura 12**).



**Figura 12.** Fosfato en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

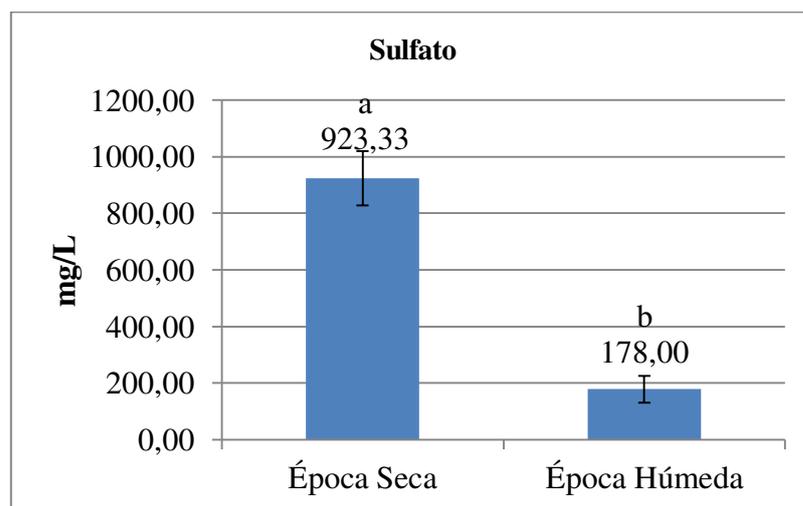
*Nitrito*. Resultó un valor promedio en la época seca de  $0,03\text{mg/L} \pm 0,01$  y en la época húmeda de  $0,04\text{mg/L} \pm 0,02$ ; no existen diferencias significativas (**Figura 13**).



**Figura 13.** Nitrito en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

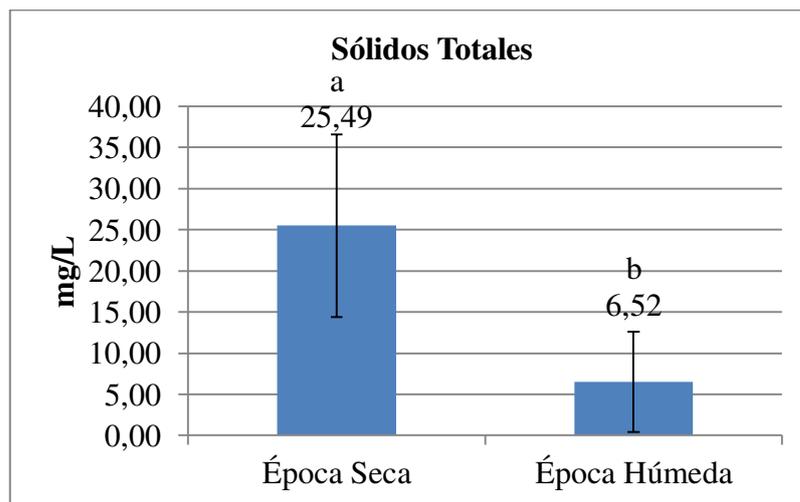
*Sulfato*. Los niveles promedios de  $\text{SO}_4^{2-}$  se presentan de la siguiente manera: época seca  $923,33\text{mg/L} \pm 96,42$  y época húmeda  $178,00\text{mg/L} \pm 46,90$ ; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,000001$ ) (**Figura 14**).



**Figura 14.** Sulfato en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

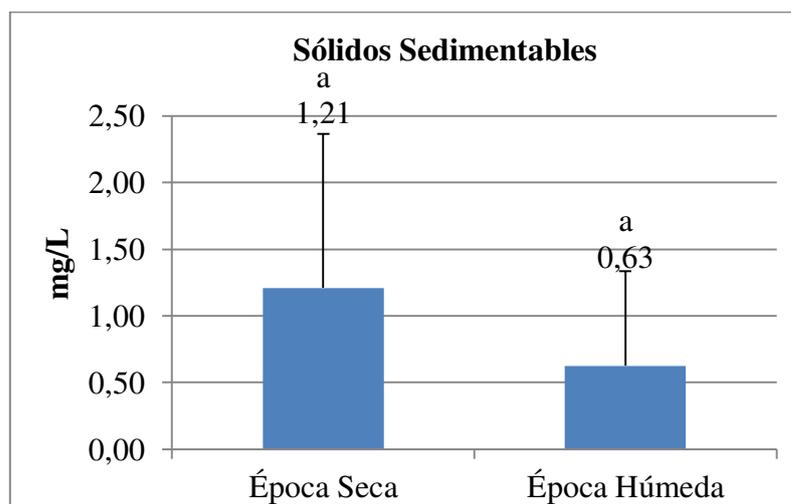
*Sólidos Totales*. Resultaron con valores promedios de 25,49g/L  $\pm$  11,07 en época seca y 6,52g/L  $\pm$  6,07 en época húmeda; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,000033$ ) (**Figura 15**).



**Figura 15.** Sólidos Totales en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

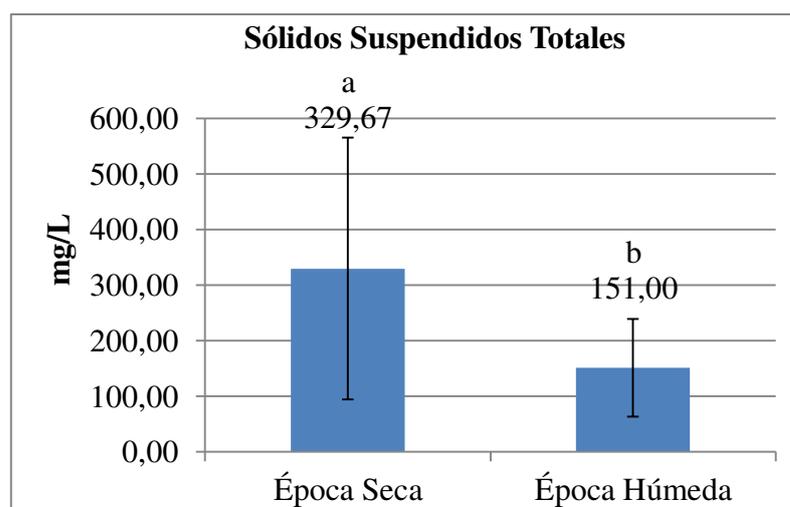
*Sólidos Sedimentables*. El valor promedio de Sólidos sedimentables en época seca es de 1,21mg/L  $\pm$  1,15 y en época húmeda 0,63 mg/L  $\pm$  71; no existen diferencias significativas (**Figura 16**).



**Figura 16.** Sólidos Sedimentables en Época Seca (n=11) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

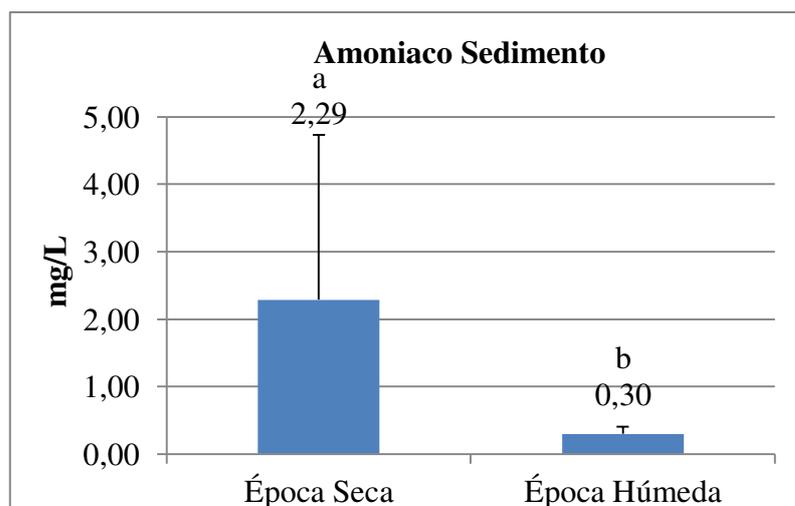
*Sólidos Suspendidos Totales*. Durante la época seca en la REMCH el valor promedio resultó de 329,67mg/L  $\pm$  235 y durante la época húmeda resultó de 151,00mg/L  $\pm$  88,08; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,011758$ ) (Figura 17).



**Figura 17.** Sólidos Suspendidos Totales en Época Seca (n=9) y Época Lluviosa (n=12). Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

### 3.2 *Análisis de Calidad de Sedimento*

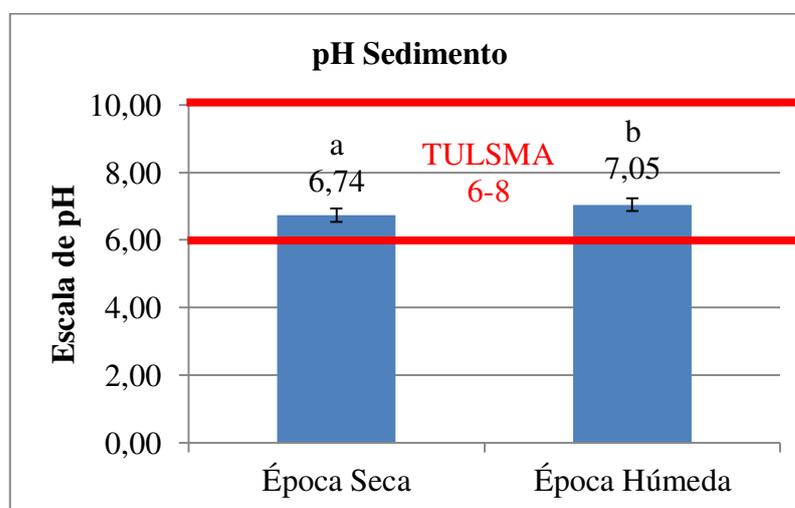
*Amoniaco*. Los valores promedios resultaron de la siguiente manera: época seca 2,29mg/L  $\pm$  2,44 y época húmeda 0,30mg/L  $\pm$  0,10; la media es mayor en época seca con diferencias significativas ( $p=0,033241$ ) (**Figura 18**).



**Figura 18.** Amoniaco en sedimento en Época Seca (n=12) y Época Lluviosa (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

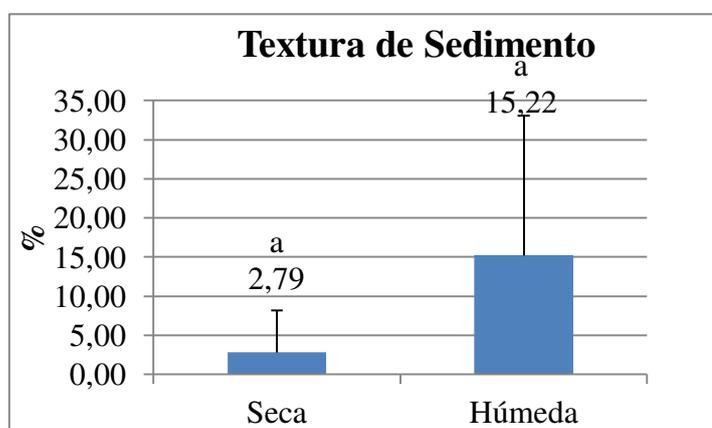
*Potencial de Hidrógeno.* Los niveles de pH resultaron con valores promedios de  $6,74 \pm 0,19$  durante época seca y  $7,05 \pm 0,18$  durante época húmeda; la media es mayor en época húmeda con diferencias significativas ( $p=0,000656$ ), ambos valores se encuentran dentro de los límites establecidos por TULSMA (6-8) (**Figura 19**).



**Figura 19.** pH en sedimento en Época Seca (n=12) y Época Lluviosa (n=12).

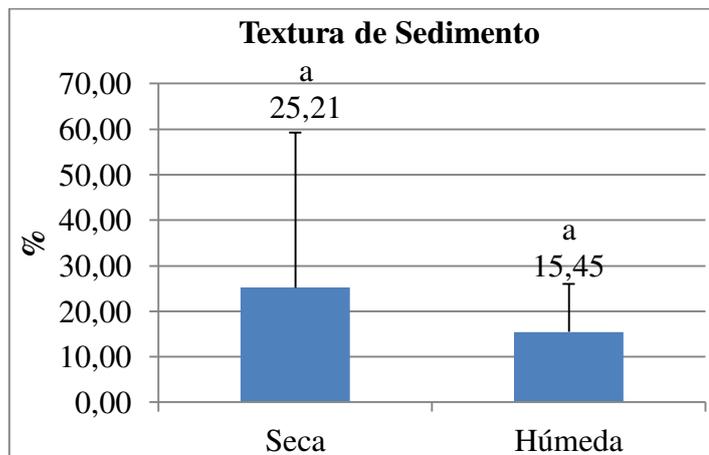
Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas. Línea roja indica rango establecido por TULSMA.

*Textura de Sedimento.* La presencia de arcilla en el lugar predomina ante las otras partículas, el porcentaje promedio durante la época seca fue de  $72,00\% \pm 32,69$  y en época húmeda de  $69,33\% \pm 13,71$ ; no existen diferencias significativas (**Figura 20, 21 y 22**). Según el [43] la REMCH tiene un tipo de sedimento Arcilloso (**ANEXO F**).



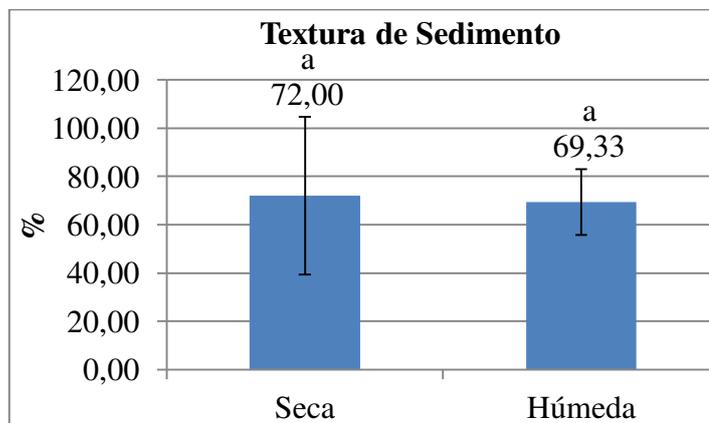
**Figura 20.** Porcentaje de Arena en Época Seca (n=12) y en Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.



**Figura 21.** Porcentaje de Limo en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

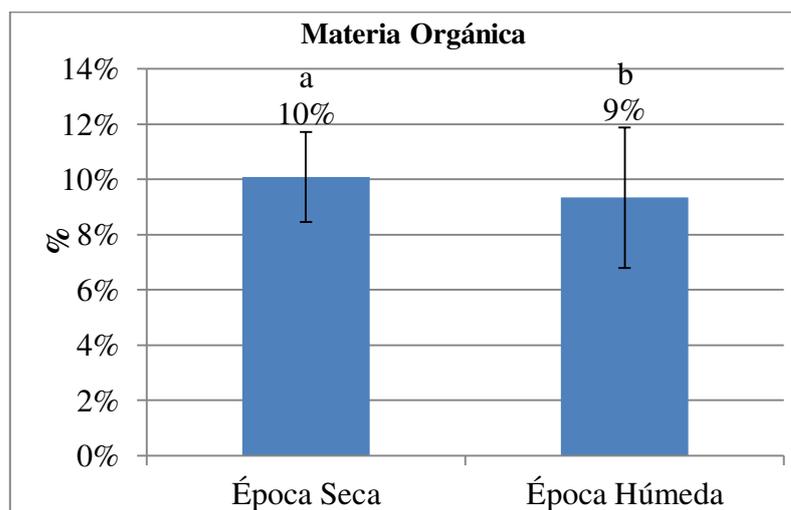
Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.



**Figura 22.** Porcentaje de Limo en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

*Materia Orgánica.* El porcentaje promedio de materia orgánica durante la época seca fue de  $10\% \pm 2$  y durante la época húmeda  $9\% \pm 3$ ; no existe diferencias significativas (**Figura 23**).



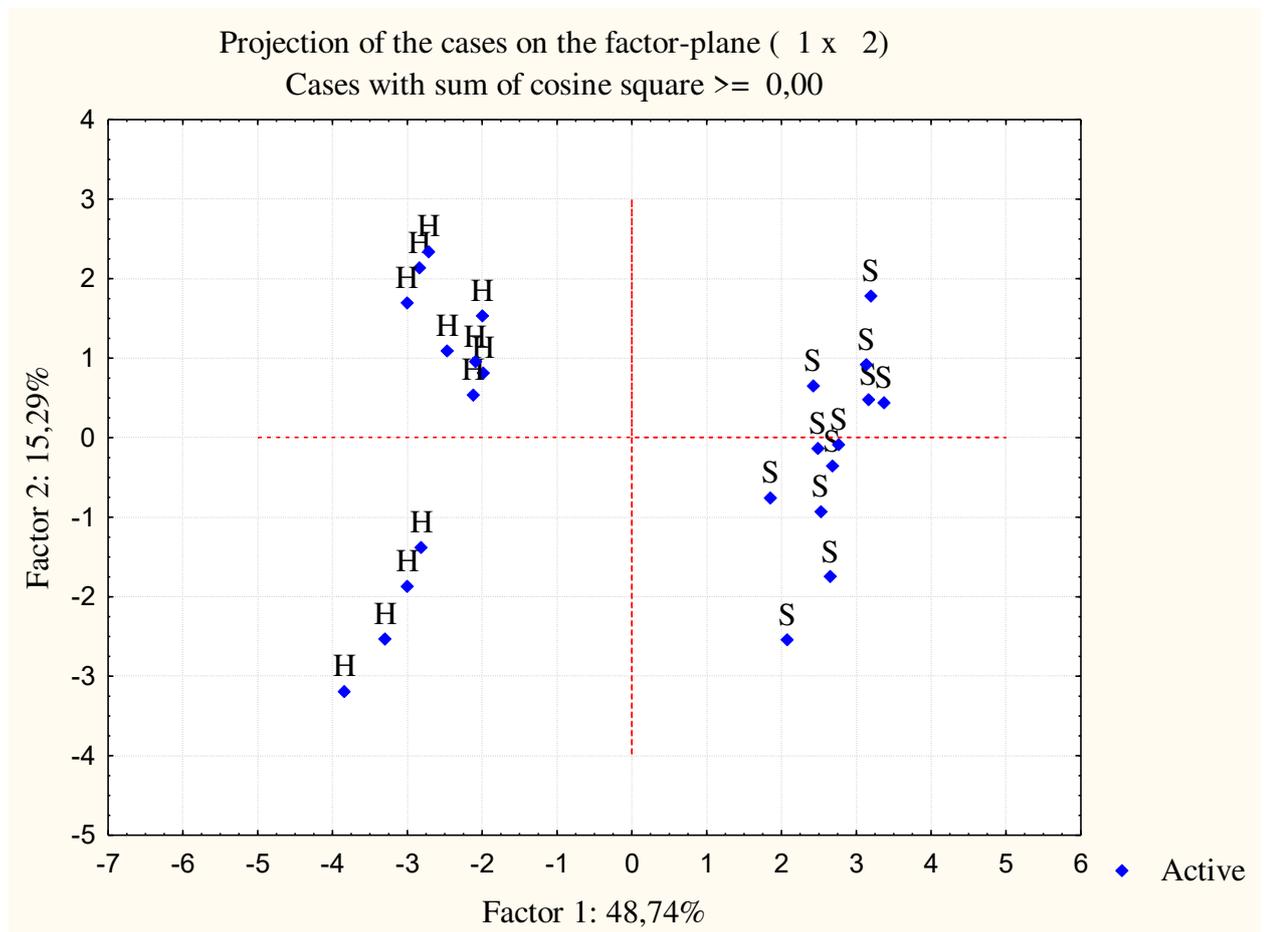
**Figura 23.** Materia Orgánica en Época Seca (n=12) y Época Húmeda (n=12).

Las columnas azules representan el promedio y las barras de error la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas.

### 3.3. *Análisis Exploratorio de Componente Principales (PCA)*

El PCA indicó que existe una diferencia entre las épocas. En la **Figura 24** cada punto representa datos de parámetros de las 12 muestras tomadas en la Estación Seca que se agruparon basadas en correlaciones de varianza hacia la derecha (S) y los datos de parámetros de las 12 muestras tomadas en la estación húmeda que se agruparon hacia la izquierda (H). Los Factores 1 y 2 de la **Figura 24** comprenden el 61,80% del total de la varianza, lo cual explica una fuerte influencia de la época en los valores de las variables en cada muestra.

**Figura 24.** Análisis Temporal de Componentes Principales de Casos vs Variable  
Época. S=Seca y H=Húmeda.



#### 4. DISCUSIONES

Un ecosistema de manglar se defina saludable si presenta viabilidad y sustentabilidad en el tiempo, manteniendo orden y autonomía, siendo resistente al estrés [48]. Algunos factores que pueden producir estrés sobre el ecosistema de manglar pueden ser [49]:

Los cambios en la biogeometría por calanización, drenaje y sedimentación, alterando el hidropereodo y concentración de salinidad; el recambio de nutrientes que afecta la biota del lugar. La influencia antropogénica, el uso de pesticidas y plaguicidas utilizados en la agricultura que por escorrentías llegan al cuerpo hídrico. El aumento severo de temperaturas, organismos adheridos a las raíces adventicias de *R. mangle* se vieron afectados por aumento de temperaturas por encima de los 34°C.

##### *Calidad de Agua y Sedimento*

*Época Seca.* Los vientos meridionales se vuelven más fuertes y refuerzan la corriente de Humboldt, por lo que aguas frías, con mayor salinidad y ricas en nutrientes ingresan al golfo desde el sur [11, 13]. Explicaría el aumento significativo en la media de los parámetros Oxígeno Disuelto, Saturación de Oxígeno, Conductividad, Salinidad, Sulfato y Sólidos Totales.

Todos los parámetros de calidad de agua y sedimento se encuentran dentro de los niveles permisibles del TULSMA, a excepción del Amoniacó en agua [50]. Se

consideró al sedimento dentro del Recurso Suelo de la legislación ecuatoriana al no encontrarse parámetros del mismo.

La conductividad depende de las cantidades de sales disueltas como: sodio, magnesio, potasio y calcio, todos cargados positivamente; en menor grado sulfato, cloruro, carbonato, bicarbonato, nitrato y fosfato [51]. Por lo que es proporcional con Salinidad, Sulfato, Sólidos Totales. Aunque Oxígeno Disuelto y Salinidad son inversamente proporcionales [52], igualmente existe mayor Oxígeno Disuelto en la época seca, tal vez porque el parámetro Temperatura tenga mayor influencia que Salinidad.

La textura del sedimento es arcillosa y en ésta época posee un mayor porcentaje de arcilla. El tamaño de la partícula que compone el sedimento, determina la distribución de componentes naturales y antropogénicos [53]. Los metales tienen afinidad por las partículas finas, insinuando que en suelos arcillosos puede haber mayor acumulación de metales pesados [54].

*Época Húmeda.* En esta temporada (meses de Enero a Abril), aguas calientes del norte con baja salinidad entran al Golfo de Guayaquil, de la mano con lluvias intensas, aumento en las descargas de ríos [7, 11, 13] y aumento en las escorrentías. Esto acarrea partículas orgánicas, inorgánicas, químicos y metales pesados al estero. Además el movimiento del agua, olas, tormentas, actividades humanas causan distorsión de este sedimento acuático aumentando los sólidos suspendidos totales.

Todos los parámetros cumplen con los niveles permisibles del TULSMA, excepto amoníaco en agua [50]. Esta época presenta condiciones de calidad de agua y sedimento más adversas.

La temperatura del agua guarda una estrecha relación con la estación climática y refleja los cambios estacionales de los procesos oceanográficos costeros, hidrológicos, y atmosféricos [16, 46, 55]. El aumento de temperatura, reduce la solubilidad de los gases, acelera el crecimiento, tasas de respiración de organismos biológicos, tasa de descomposición de materia orgánica, aumentando la turbidez; por lo que es de esperarse una relación inversamente proporcional con el Oxígeno Disuelto [52, 55]; las concentraciones de OD por debajo de los 5 mg/l afecta negativamente el funcionamiento y supervivencia de las comunidades biológicas [52].

La turbidez y sólidos totales son posibles indicadores de actividades antropogénicas: construcción, agricultura, descargas de efluentes urbanos o de camaroneras, erosión, acuicultura [33]. Estas últimas también pueden ser responsables de la baja concentración de Oxígeno Disuelto [55, 56] sin embargo el intercambio de aguas durante las mareas ayuda a mantener la calidad del agua.

El pH resultó más ácido comparado con los resultados presentados por [11], y aumentó en 0.35 durante las lluvias; tal vez debido a una mayor dilución de agua dulce, productividad y concentración de detritus en la región interna del Golfo de Guayaquil [11]. Pequeñas fluctuaciones de éste parámetro pueden alterar el

ecosistema porque cambia el estado químico de muchos contaminantes como el amoníaco, aumentando la exposición de metales tóxicos y nutrientes, a plantas y animales acuáticos [57].

### *Variabilidad Temporal*

La variabilidad temporal, afectó los procesos químicos y biológicos que ocurren tanto en la columna de agua como en el sedimento de los estuarios de la REMCH, cambiando su calidad [36, 52]. Esta característica de los cuerpos de agua ya ha sido constatada en el Golfo de Guayaquil por autores como [13, 16].

El análisis multivariado exploratorio de PCA, sugirió una diferenciación temporal en los parámetros físico-químicos, al apreciarse cada punto o caso agrupados en seca o húmeda [46, 52]; además la sumatoria de los porcentajes del factor 1 y 2 explica el 64.03% del total de la varianza (**Figura 23**) lo cual es un valor suficientemente grande como para proponer variaciones por época. El test de U Mann Whitney detectó diferencias temporales significativas en más del 50% de los parámetros evaluados, confirmando la suposición del análisis multivariado exploratorio.

El análisis exploratorio de PCA y la prueba no paramétrica U de Mann Whitney, demostró que en la REMCH existen diferencias significativas entre época, en los parámetros: T, OD, %SO, pH agua, C, SL, TZ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , ST,  $\text{NH}_4$  y pH suelo. Durante la época seca, OD, %SO, C, SL,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ , ST y  $\text{NH}_4$  suelo, obtuvieron las medias

más altas; mientras que T, NH<sub>4</sub> agua, pH agua, TZ, NO<sub>2</sub> y pH suelo fueron mayores en la época húmeda. Estas diferencias estacionales pueden ser interpretadas como un reflejo de los procesos oceanográficos costeros [13, 46].

Las épocas climáticas ocasionan cambios bimodales en el comportamiento del manglar [58]. En el caso de la REMCH las condiciones se vuelven adversas en la época húmeda, donde hay aumento de temperatura y tasa de evapotranspiración, disminución del oxígeno y mayor transporte de contaminantes de aguas arriba.

Los resultados obtenidos en este proyecto guardan relación con los obtenidos en investigaciones previas. Las medias de los parámetros temperatura, salinidad y oxígeno disuelto para época seca y húmeda respectivamente fueron 23,42 - 29,02 °C; 21,42 - 7,42 UPS y 7,4 - 4.85 mg/L. Según [11] las medias para los mismos parámetros resultaron en 23 - 30 °C; 29 - 2 UPS; OD posee una variación estacional pequeña. No se detectó diferencias significativas en épocas para nutrientes coincidiendo con [11].

## CONCLUSIONES

La calidad del agua y sedimento se ve afectada por el cambio de época. De acuerdo con los niveles permisibles establecidos por el TULSMA; en la Reserva Ecológica Manglares Churute, en ambas épocas los parámetros ambientales se encuentran dentro de los límites, excepto Amoniacó en agua.

La temporalidad cumple un rol importante en las condiciones físico-químicas del lugar. Se encontró diferencias significativas en todos los parámetros a excepción de Amoniacó en agua, Sulfuro, Fosfato, Nitrito y Materia Orgánica. Niveles de Oxígeno Disuelto, Saturación de Oxígeno, Conductividad, Amoniacó en sedimento y Sólidos Totales aumentaron en la época seca y Temperatura, pH de agua y pH de sedimento fueron mayores en época húmeda, presentando condiciones de calidad adversas. Los procesos atmosféricos y oceanográficos de la región se vieron reflejados en estas variaciones.

Los estuarios de manglar son considerados como el primer paso para el mejoramiento de la calidad del agua. Leves alteraciones climáticas o antropogénicas, desequilibran sus funciones en época seca y húmeda; exportando aguas con menor calidad al mar. Debe hacerse un monitoreo regular de la calidad de agua y sedimento durante un período de tiempo razonable para tener una línea base confiable, tomar medidas y mitigar los daños.

## REFERENCIAS

1. Ohrel RL Register KM. 2006. *Volunteer Estuary Monitoring. A Methods Manual.*, eds, U.S. EPA & The Ocean Conservancy. USA.
2. Pritchard, DW. 1967. "What Is an Estuary: A Physical Viewpoint." In Lauff GH, eds, *Estuaries*. American Association for the Advancement of Science. Washington, DC, U.S.A.
3. U.S. EPA. 2012. The estuaries. Washington DC. [cited 11 May 2015]
4. Ministerio de Ambiente del Ecuador. 2010. Ficha Técnica de la Reserva Ecológica Manglares Churute. Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Guayaquil.
5. Lasso B, Sergio. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar. 6EC001.Ficha Informativa. Ministerio de Agricultura, Quito, Ecuador.
6. Ramsar. 2006. Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971): The Ramsar Convention on Wetlands. [Citado 10 de marzo del 2015] . Disponible en: [http://archive.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-guidelines-strategic-framework-and/main/ramsar/1-31-105%5E20823\\_4000\\_2\\_#A](http://archive.ramsar.org/cda/es/ramsar-documents-guidelines-strategic-framework-and/main/ramsar/1-31-105%5E20823_4000_2_#A).
7. Cucalón, E. 1983. Temperature, salinity, and water mass distribution off Ecuador during an El Niño event in 1976 *Revista Ciencias del Mar y Limnología* 2:25.
8. Yáñez B. 1996. Plan de Manejo de la Reserva Ecológica Manglares Churute. ECOLAP-INEFAN/Fundación Natura, Quito, Ecuador.
9. Rivadeneira C. Rivera J. 2007. Reserva Ecológica Manglares-Churute. ECOLAP y MAE, eds, *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Quit, Ecuador.
10. CEDEGE. 2000. Resumen del Plan de Manejo de la Reserva Ecológica. ECOLAP/Fundación Natura, Guayaquil.
11. Twilley R R, Cárdenas W, Rivera-Monroy VH, Espinoza J, Suescum M, Armijos MM, Solórzano L. The Gulf of Guayaquil and the Guayas River Estuary, Ecuador. In

Seeliger U y Kjerfve B, eds, Coastal Marine Ecosystems of Latin América, Vol 144- Ecological Studies. *Publisher*, New York, NY, USA, pp 245-260.

12. Lugo AE, Snedaker SC. 1974. The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:26.

13. Cucalón E. 1989. Oceanographic Characteristics Off the Coast of Ecuador. In Olsen S, Arriaga L, eds, *A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador*. Coastal Resources Center University of Rhode Island, Narragansett, RI, USA, pp 185-194.

14. Rossel F. 1997. *Influencia de El Niño sobre los regímenes hidro-pluviométricos del Ecuador*. ORSTROM-INHAMI Serie INSEQ.

15. Corporación Andina de Fomento. 2000. *El Fenómeno del niño. 1997-1998. Memoria Retos y Soluciones*. Ecuador.

16. Stevenson MR. 1981. Seasonal variations in the Gulf of Guayaquil, a tropical estuary. *Bol. Cient. INP*, 4: 133.

17. Mitsch WJ. 1994. *Global Wetlands: Old World and New*. Columbus, Ohio, U.S.A.

18. Mitsch WJ. *The value of wetlands: importance of scale and landscape setting*. Ecological Economics.

19. Li X, Yu X, Jiang L, Li W, Liu Y, Hou X. 2014. How important are the wetland in the middle-lower Yangtze River region: An ecosystem service valuation approach. *Ecosystem Services* 10: 7.

20. Sierra R. 1999. *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, Quito, Ecuador.

21. Sousa WP, Dangremond EM. 2014. Trophic Interactions in Coastal and Estuarine Mangrove Forest Ecosystems. In Wolanski E, McLusky D, eds, *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Elsevier, Berkeley, CA, USA, pp 43-93.

22. de Cajas L. Marine zooplankton studies in Ecuadorian waters: EASTROPAC1, 2 and 3. 1982. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* 2:17.

23. Luzuriaga M, Ortega D, Elías E, Flores M. 1998. Relaciones de abundancia entre fitoplancton e ictioplancton con énfasis en la Familia Engraulidae, en el Golfo de Guayaquil. En comportamiento temporal y espacial de las características físicas, químicas y biológicas del Golfode Guayaquil y sus afluentes. Instituto Nacional de Pesca: 32.
24. García-Sáenz R, Peláez R, Lindao J, Calderón G, Morales G. 1998. Distribución y abundancia de larvas y postlarvas de camarones y fauna acompañantr en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. *Instituto Nacional de Pesca* :13.
25. Cuéllar J. 1993. *Estudio de las poblaciones del área interna y de la zona de influencia de la Reserva Ecológica Manglares Churute*. Fundación Natura.
26. Hurtado M, Hurtado-Domínguez MA, Hurtado-Domínguez LM, Soto L, Merizalde MA. 2010. *Áreas Costeras y Marinas Protegidas del Ecuador*. Ministerio de Ambiente MAE - Fundación Natura.
27. Uddina MS; Ruyter van Stevenin E, Stuip M, Rahman Shah MA. 2013. Economic valuation of provisioning and cultural services of a protected mangrove ecosystem: A case study on Sundarbans Reserve Forest, Bangladesh. *Ecosystem Service*.
28. Spaninks F, Beukering P. 1997. *Economic Valuation of Mangrove Ecosystems: Potential and Limitations*. Institute for Environmental Studies, Amsterdam.
29. Navarrete R. 2000. *Atractivos turísticos naturales de la Reserva Ecológica Manglares Churute*. CEDrestal del Guayas, Ministerio de Ambiente - Fundación Natura , Guayaquil, Ecuador.
30. Brinson MM. 1988. Strategies for Assessing the Cumulative Effects of Wetland Alteration on Water Quality. *Environmental Management* 12:13.
31. Samboni NE, Carvajal Y, Escobar JC. 2007. Revisión de Parámetros físicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación* 27:10.
32. Perez A, Orozco C, Alfayate JM, González N. 2005. *Contaminación Ambiental. Una visión desde la Química*. Paraninfo.
33. Hemmond HF, Benoit J. 1988. Cumulative Impacts on Water Quality Functions of Wetlands. *Environmental Management* 12:15.

34. Carpenter, SR. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Applications* 8:10.
35. Yáñez, Bruno, Pozo, Mireya y Lasso, Sergio. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar. Ficha Informativa. Ministerio de Ambiente, Quito, Ecuador.
36. Palma P, Ledo L, Soares S, Barbosa IR, Alvarenga P. Spatial and temporal variability of the water and sediments quality in the Aqueva reservoir (Guardiana basin; southern Portugal). *Science of Total Environment* 470-471:11.
37. Valenica T, Palacios C, Rodríguez A. 2000. Calidad Fisico Quimica y Bacteriologica de las aguas alrededor de la ciudad de Guayaquil 1996- 1998. *INOCAR: Acta Oceanográfica del Pacífico* 10:12.
38. Monserrate BL y Medina JF. 2011. Estudio de Condiciones Físias, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de Dos Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano. Tesis de Grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
39. Torres G, Palacios C. 2007. Calidad ambiental del bloom algal en area urbana del Estero Salado (Ciudad de Guayaquil) en Junio 2005. *Instituto Oceanográfico de la Armada, Acta Oceanográfica del Pacífico* 14:9.
40. Monserrate ML, Medina JF. 2011. Estudio de Condiciones Físicas, Químicas y Biológicas en la Zona Intermareal de Dos Sectores del Estero Salado con Diferente Desarrollo Urbano. Tesis de Grado. Escuela Superior Politecnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
41. Alcivar M, Mosquera J. 2011. Concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil). Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
42. Plumb Jr, Russell H. 1981. Procedures for handling and Chemical Analysis of sediment and water samples. Prepared by Environmental Protection Agency/Corps Engineers Technical Committee on criteria for dredged and fill material. Environmental Laboratory U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Buffalo, NY, U.S.A.
43. United States Department of Agriculture. 2015. Natural Resources Conservation Service. Washington D.C.: United States Department of Agriculture [Citado el 16 de abril del 2015]. Disponible en:

[http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2\\_054167](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167).

44. Nelson DW, Sommers L E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. En Nelson DW, Sommers LE. eds *Methods of Soil Analysis, Part 2* 2da ed. Page et al., Ed. Agronomy. Soc. of Agron., Inc., Madison, WI, U.S.A. pp 961-1010.
45. Varol M, Bülent G y Bekleyen. 2012. Spatial and temporal variations in surface water quality of the dam reservoirs in the Tigris River basin, Turkey. *Catena* 92:11.
46. Wunderlin DA, Díaz MP, Amé VM, Pesce SF, Hued AC, Bistoni MA. 2001. Pattern Recognition Techniques for the Evaluation of Spatial and Temporal Variations in Water Quality. A Case of Study: Suquía River Basin (Córdoba-Argentina). *Water Research* 35:15.
47. Mazlum N, Özer A, Mazlu S. 1999. Interpretation of Water Quality Data by Principal Components Analysis. *Turkish Journal of Engineering and Environmental Science*. 23:8.
48. Fairweather PG. 1999. Determining the 'health' of estuaries: Priorities for ecological research. *Australian Journal of Ecology* 24:11.
49. Lugo AE, Snedaker SC. 1974. The Ecology of Mangroves. *Ecology Systems* 5:15
50. Ministerio de Ambiente del Ecuador. 2015. Texto Unificado de Legislación Secundaria Medio Ambiental (TULSMA). Libro IV. Anexo 1 y 2.
51. Washburn B, OEHHA, Shilling F. 2005. Chapter 2. Water Quality in Watershed Assessment. En Shilling F, Sommarstrom S, Kattelman R. eds *California Watershed Assessment Manual*. Vol 2. California Resources Agency and the California Bay-Delta, CA, U.S A.
52. Chapman D. 1996. *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. 2da ed. UNESCO, WHO and UNEP. Chapman & Hall. London, U.K.
53. Rowlett SW, Lovell DR. 1994. *Methods for the normalization of metal concentrations in sediments*. Marine environmental quality committee.
54. Oliveira A, Palma C, Valencia M. 2011. Heavy metal distribution in surface sediments from the continental shelf adjacent to Nazaré canyon. [HYPERLINK](#)

"<http://www.sciencedirect.com/science/journal/09670645>" \o "Go to Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography on ScienceDirect" *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* . 58:33.

55. U.S. EPA. 2012. Causal Analysis/ Diagnosis Decision Information System (CADDIS). Washington D.C.: Office of Research and Development [Citado el 30 de marzo del 2015]. Disponible en: <http://www.epa.gov/caddis/>

56. Solorzano L. 1989. Status of Coastal Water Quality in Ecuador. En Olsen S y Arriaga L. *A Sustainable Shrimp Mariculture Industry for Ecuador*. Narragansett: Coastal Resources Center, University of Rhode Island, 1989.

57. Ministerio de Ambiente del EcuadorEcuador. 2012. Sistema de Clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.

58. Chellamani P, Prakash CS, Panigraphy S. 2014. Assessment of the health status of Indian mangrove ecosystems using multi temporal remote sensing data. *International Society for Tropical Ecology* 2:9.

# **ANEXOS**

# ANEXO A.

## FICHA INFORMATIVA RAMSAR REMCH

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar	
Categorías aprobadas por la Recomendación 4.7 de la Conferencia de las Partes Contratantes.	
NOTA: Antes de llenar la Ficha es importante leer la Nota Explicativa y los Lineamientos que se acompañan.	
1. Fecha en que se completó/actualizó la Ficha: 2 de marzo de 1998	PARA USO DE LA OFICINA DE RAMSAR.
2. País: República del Ecuador	07 09 98 Designation date
3. Nombre del humedal: Reserva Ecológica Manglares Garute	6 E C 0 0 1 See Reference Number
4. Coordenadas geográficas: 02° 28' S; 79° 42' W	
5. Altitud: (m.s.n.m.) 0 a 10 n.s.n.s.	6. Área: (en hectáreas) 35,062 Ha.
7. Descripción resumida del humedal: (breve descripción de las principales características del humedal, sin exceder este espacio) La mayor parte del área es sanglar, con vegetación halofítica que se desarrolla en los estuarios de dos ríos. La zona está sujeta a la influencia de las mareas	
8. Tipo de humedal (haga un círculo alrededor de los códigos correspondientes de acuerdo a los tipos de humedal, usando el Anexo I de la Nota Explicativa y Lineamientos para completar la Ficha)	
marino-costero: A · B · C · D · E · <b>F</b> · G · H · <b>I</b> · <b>J</b> · K	
continental: L · M · N · O · P · Q · R · Sp · Ss · Tp · Ts · U Va · Vt · W · Xf · Xp · Y · Zg · Zk	
artificial: 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6 · 7 · 8 · 9	
Por favor, en caso de haber seleccionado más de un tipo, indique a continuación, en orden decreciente, todos los tipos, el más hasta el menos predominante: I; J, P	
9. Criterios de Ramsar (haga un círculo alrededor del/los criterio(s) que correspondan, ver punto 12. de la Ficha, más adelante)	
1a · <b>1b</b> · <b>1c</b> · 1d   2a · 2b · <b>2c</b> · 2d   3a · 3b · 3c   4a · 4b	
Por favor indique el criterio más significativo para este humedal: 1b; 2c	
10. Se incluye un mapa del humedal? si <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> El mapa fue enviado con anterioridad, (Ver la Nota Explicativa y Lineamientos con respecto al tipo de mapa que se debe adjuntar) junto con el plan de manejo	
11. Nombre y dirección de quien completó esta Ficha: Lic. Sergio Lasso B. Av. Azuarcas y Av. Eloy Alfaro, edif. Ministerio de Agricultura, 8vo. piso, Quito - Ecuador	

## ANEXO B.

### PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS MEDIDOS *IN-SITU* EN ÉPOCA SECA

Estación	Réplica	Coordenadas UTM		Parámetro			
		Este	Sur	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación Oxígeno (%)	H2S (mg/L)
1	1	640855	9719782	22	6,28	69,3	0
1	2	640940	9719443	23	6,28	69,6	0
1	3	640978	9718920	23	6,48	73,2	0
2	1	638595	9725918	23	6,39	71,3	0
2	2	638663	9726112	23	7,82	84,4	0
2	3	638862	9726462	23	7,8	83,9	0
3	1	642891	9725572	23	7,95	84,4	0
3	2	642437	9725739	23	7,99	87,4	0
3	3	642328	9726095	23	7,73	82,6	0
4	1	637170	9719893	25	7,92	84,6	0
4	2	637171	9719853	25	8,06	85,1	0
4	3	637168	9719921	25	8,05	86,3	0

## ANEXO C

### PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS MEDIDOS EN EL LABORATORIO EN ÉPOCA SECA.

Estación	Réplica	Coordenadas UTM		Parámetro						
		Este	Sur	Salinidad (UPS)	Conductividad (ms/cm)	pHAgua	NH3Agua (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	S <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)
1	1	640855	9719782	24	33	6,58	0,05	1,04	270,00	0,02
1	2	640940	9719443	24	33,6	6,71	0,18	0,98	256,00	0,02
1	3	640978	9718920	19	24,6	6,68	0,02	1,03	73,00	0,03
2	1	638595	9725918	18	26,4	6,60	0,01	0,49	141,00	0,03
2	2	638663	9726112	20	26,6	6,62	0,01	1,02	123,00	0,02
2	3	638862	9726462	19	19,78	6,73	0,02	1,20	77,00	0,04
3	1	642891	9725572	20	26,9	6,60	0,12	0,61	34,00	0,03
3	2	642437	9725739	22	27,7	6,57	0,04	0,46	10,00	0,03
3	3	642328	9726095	20	27,8	6,61	0,01	0,57	12,00	0,04
4	1	637170	9719893	23	33,1	6,56	0,08	0,50	35,00	0,06
4	2	637171	9719853	24	33	6,56	0,10	1,35	54,00	0,04
4	3	637168	9719921	24	33,8	6,53	0,08	0,50	28,00	0,03

<b>Parámetro</b>							
<b>SO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/L)</b>	<b>pHSed</b>	<b>NH3Sed (mg/L)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Solidos Totales (mg/L)</b>	<b>Sólidos Sedimentables (mg/L)</b>	<b>Sol.Sups. Totales (mg/L)</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>
970,00	6,68	0,37	27,30	26,59	2,10	377,00	0,11
1050,00	6,59	0,35	19,30	24,96	1,00	221,00	0,10
1020,00	6,31	0,32	37,00	25,86	1,50	278,00	0,12
870,00	6,78	4,15	12,80	59,27	0,30	164,00	0,09
730,00	6,99	5,00	11,40	19,55	3,50	930,00	0,08
800,00	6,61	0,04	37,90	17,37	0,40	205,00	0,07
930,00	6,79	3,60	14,00	20,07	0,10		0,10
930,00	6,85	3,10	10,50	19,43	0,10		0,10
940,00	7,06	7,70	6,28	20,04	0,00		0,10
920,00	6,81	0,70	81,10	23,27	2,30	334,00	0,10
870,00	6,68	0,22	66,70	23,42	2,00	272,00	0,11
1050,00	6,74	1,90	37,10	26,10		186,00	0,13

## ANEXO D

### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS MEDIDOS *IN SITU* EN ÉPOCA HÚMEDA

Estación	Réplica	Coordenadas UTM		Parámetro			
		Este	Sur	Temperatura (°C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Saturación Oxígeno (%)	H2S (mg/L)
1	1	640866	9721418	30,10	5,06	67,10	0,00
1	2	640987	9721627	29,80	5,68	61,80	0,00
1	3	641187	9722111	29,30	4,49	60,00	0,00
2	1	638559	9725676	28,70	5,52	71,40	0,00
2	2	638599	9725940	28,90	5,53	71,80	0,00
2	3	639003	9726685	29,60	5,59	73,60	0,00
3	1	642340	9726018	29,10	4,37	57,10	0,00
3	2	642537	9726358	29,80	4,43	58,50	0,00
3	3	642515	9726358	29,70	4,27	56,30	0,00
4	1	644145	9721535	27,70	4,38	55,80	0,00
4	2	644179	9721800	27,70	4,55	57,90	0,00
4	3	644211	9721934	27,80	4,30	54,60	0,00

## ANEXO E

### PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS MEDIDOS EN EL LABORATORIO EN ÉPOCA HÚMEDA

Estación	Réplica	Coordenadas UTM		Parámetro						
		Este	Sur	Salinidad (UPS)	Conductividad (ms/cm)	pHAgua	NH3Agua (mg/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	S <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)
1	1	640866	9721418	9,00	14,06	7,09	0,18	0,96	105,00	0,02
1	2	640987	9721627	10,00	13,88	7,03	0,10	0,65	44,00	0,05
1	3	641187	9722111	9,00	13,20	6,97	0,07	0,71	48,00	0,05
2	1	638559	9725676	3,00	2,27	6,93	0,15	0,84	133,00	0,01
2	2	638599	9725940	3,00	2,55	6,85	0,17	0,68	136,00	0,01
2	3	639003	9726685	3,00	2,83	7,16	0,21	0,93	163,00	0,01
3	1	642340	9726018	11,00	8,25	7,03	0,06	0,92	62,00	0,08
3	2	642537	9726358	11,00	8,29	7,10	0,05	0,79	60,00	0,06
3	3	642515	9726358	11,00	8,28	6,96	0,06	0,85	51,00	0,09
4	1	644145	9721535	6,00	8,35	6,85	0,09	0,99	54,00	0,06
4	2	644179	9721800	6,00	7,79	6,66	0,07	0,66	68,00	0,04
4	3	644211	9721934	7,00	8,23	6,92	0,07	0,68	70,00	0,05

<b>Parámetro</b>							
<b>SO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (mg/L)</b>	<b>pHSed</b>	<b>NH3Sed (mg/L)</b>	<b>Turbidez (NTU)</b>	<b>Solidos Totales (mg/L)</b>	<b>Sólidos Sedimentables (mg/L)</b>	<b>Sól.Sups. Totales (mg/L)</b>	<b>Materia Orgánica (%)</b>
208,00	7,09	0,34	101,00	9,05	0,40	245,00	0,08
238,00	6,86	0,14	49,10	9,01	2,10	92,00	0,09
226,00	6,95	0,10	35,90	8,22	1,70	102,00	0,13
94,00	7,07	0,33	135,00	1,36	0,30	260,00	0,09
110,00	7,06	0,20	227,00	1,54	0,30	273,00	0,08
112,00	7,04	0,25	196,00	1,70	1,50	240,00	0,07
190,00	7,25	0,33	51,50	4,97	0,10	72,00	0,11
200,00	7,32	0,42	23,80	3,79	0,00	59,00	0,07
190,00	7,11	0,38	17,30	4,99	0,10	25,00	0,08
200,00	6,97	0,43	57,80	4,93	0,30	99,00	0,10
180,00	7,21	0,32	111,00	23,81	0,30	202,00	0,07
188,00	6,62	0,36	106,00	4,93	0,40	143,00	0,15

## ANEXO F

### TEXTURA DE SEDIMENTO EN ÉPOCA SECA

Estación	Réplica	Materia	P Vaso (g)	Peso Seco(g)	%	Textura
1	1	Arena	51,5472	51,5625	0,17	ARCILLOSA
		Limo	58,6976	58,8805	9,13	
		Arcilla	55,1921	55,3584	90,70	
	2	Arena	51,4567	51,5300	0,76	ARCILLOSA
		Limo	51,5480	51,7400	13,44	
		Arcilla	54,5394	54,7056	85,80	
	3	Arena	54,5667	54,5704	0,04	ARCILLOSA
		Limo	51,8054	51,9754	14,11	
		Arcilla	53,8030	53,9492	85,84	
2	1	Arena	54,4685	55,4639	0,41	LIMOSA
		Limo	50,5184	55,3345	97,38	
		Arcilla	58,3170	58,4251	2,21	
	2	Arena	51,4846	52,2830	14,66	ARCILLOSA
		Limo	54,5669	54,6613	0,09	
		Arcilla	51,7109	51,8052	85,25	
	3	Arena	52,5970	53,6655	13,92	ARCILLOSA
		Limo	55,2449	55,3785	7,36	
		Arcilla	54,1938	54,3161	78,72	
3	1	Arena	53,8699	54,0255	1,84	ARCILLOSA
		Limo	51,4687	51,6358	11,49	
		Arcilla	57,9735	58,1212	86,66	
	2	Arena	53,9472	54,0219	0,94	ARCILLOSA
		Limo	58,6328	58,7910	17,82	
		Arcilla	59,9579	60,0879	81,24	
	3	Arena	51,4846	51,5102	0,33	ARCILLOSA
		Limo	54,5884	54,7430	8,52	
		Arcilla	49,7653	49,9068	91,14	
4	1	Arena	58,6606	58,6782	0,20	ARCILLOSA
		Limo	51,7105	51,8862	24,34	
		Arcilla	59,4914	59,6246	75,46	
	2	Arena	52,7793	52,7859	0,09	ARCILLOSA
		Limo	59,5486	59,6997	2,85	

		Arcilla	50,5170	50,6725	97,06	
		Arena	58,7485	58,8718	0,09	
		Limo	51,5732	51,6838	95,93	LIMOSA
	3	Arcilla	48,9411	49,0450	3,98	

## ANEXO G

### TEXTURA DE SEDIMENTO EN ÉPOCA SECA

Estación	Réplica	Materia	P Vaso (g)	Peso Seco(g)	%	Textura
1	1	Arena	54,5639	55,1164	10,67	ARCILLOSA
		Limo	52,5949	52,6889	2,32	
		Arcilla	54,6372	54,7288	87,02	
	2	Arena	51,5715	51,9191	4,51	ARCILLOSA
		Limo	58,6996	58,8483	23,28	
		Arcilla	59,5470	59,6598	72,21	
	3	Arena	49,7948	50,0867	3,33	ARCILLOSA
		Limo	58,6574	58,8281	19,53	
		Arcilla	55,1909	55,3274	77,13	
2	1	Arena	51,7089	51,9546	2,66	ARCILLOSA
		Limo	54,5130	54,6940	32,31	
		Arcilla	54,6384	54,7598	65,03	
	2	Arena	54,1933	54,7230	7,09	ARCILLOSA
		Limo	54,8869	55,0272	15,86	
		Arcilla	54,6426	54,7592	77,05	
	3	Arena	54,5631	60,9430	60,00	ARCILLA ARENOSA
		Limo	50,9175	51,0040	0,33	
		Arcilla	52,7769	52,8627	39,67	
3	1	Arena	58,6592	58,6858	0,31	ARCILLOSA
		Limo	52,5968	52,7691	14,29	
		Arcilla	54,5137	54,6615	85,39	
	2	Arena	53,8655	57,6689	40,65	ARCILLA ARENOSA
		Limo	49,7935	49,9060	4,86	

		Arcilla	53,9110	54,0144	54,49	
	3	Arena	51,7073	53,0947	20,48	ARCILLOSA
		Limo	55,1904	55,2996	4,80	
		Arcilla	58,3129	58,4156	74,73	
4	1	Arena	52,7769	53,1799	5,26	ARCILLOSA
		Limo	52,4728	52,6193	17,83	
		Arcilla	50,8752	50,9944	76,91	
	2	Arena	59,4870	61,1136	14,36	ARCILLOSA
		Limo	54,6369	54,8323	20,75	
		Arcilla	58,6576	58,8060	64,88	
	3	Arena	58,9550	60,1532	13,30	ARCILLOSA
		Limo	55,4296	55,5872	29,26	
		Arcilla	54,6105	54,7154	57,44	

## ANEXO H

### ANÁLISIS DE VARIANZA MANN WHITNEY U TEST

Mann-Whitney U Test (Libro1)										
By variable Epoca										
Marked tests are significant at $p < 0,05000$										
variable	Rank Sum Group 1	Rank Sum Group 2	U	Z	p-level	Z adjusted	p-level	Valid N Group 1	Valid N Group 2	2*1sided exact p
Temp	78,0000	222,0000	0,00000	-4,15692	0,000032	-4,24072	0,000022	12	12	0,000001
OD	222,0000	78,0000	0,00000	4,15692	0,000032	4,15783	0,000032	12	12	0,000001
SO	212,0000	88,0000	10,00000	3,57957	0,000344	3,58035	0,000343	12	12	0,000103
pHAgua	81,0000	219,0000	3,00000	-3,98372	0,000068	-3,98719	0,000067	12	12	0,000005
AmoAgua	116,5000	183,5000	38,50000	-1,93412	0,053099	-1,94004	0,052376	12	12	0,051865
Fosfato	149,0000	151,0000	71,00000	-0,05774	0,953960	-0,05776	0,953940	12	12	0,977402
Conduct	222,0000	78,0000	0,00000	4,15692	0,000032	4,15783	0,000032	12	12	0,000001
Turbidez	102,0000	198,0000	24,00000	-2,77128	0,005584	-2,77128	0,005584	12	12	0,004513
Sal	222,0000	78,0000	0,00000	4,15692	0,000032	4,17970	0,000029	12	12	0,000001
Sulfuro	141,5000	158,5000	63,50000	-0,49075	0,623605	-0,49085	0,623530	12	12	0,629726
Nitrito	130,5000	169,5000	52,50000	-1,12583	0,260237	-1,12632	0,260030	12	12	0,265670
Sulfato	222,0000	78,0000	0,00000	4,15692	0,000032	4,16145	0,000032	12	12	0,000001
pHSed	94,5000	205,5000	16,50000	-3,20429	0,001354	-3,20569	0,001348	12	12	0,000656
AmoSed	186,5000	113,5000	35,50000	2,10733	0,035090	2,10825	0,035011	12	12	0,033241
ST	215,0000	85,0000	7,00000	3,75278	0,000175	3,75278	0,000175	12	12	0,000033
SD	148,5000	127,5000	49,50000	1,01550	0,309866	1,02492	0,305404	11	12	0,316386
SST	134,0000	97,0000	19,00000	2,48734	0,012871	2,48734	0,012871	9	12	0,011758
MO	173,0000	127,0000	49,00000	1,32791	0,184210	1,34678	0,178053	12	12	0,197808

