

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**



**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE
MOLUSCOS ASOCIADOS AL HUMEDAL LAS LISAS-LA
BARRONA EN EL PACÍFICO SUR ORIENTAL DE
GUATEMALA**

JOSÉ ROBERTO ORTÍZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE
MOLUSCOS ASOCIADOS AL HUMEDAL LAS LISAS-LA
BARRONA EN EL PACÍFICO SUR ORIENTAL DE
GUATEMALA**

JOSÉ ROBERTO ORTÍZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2018

**Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-**

Consejo Directivo

Presidente	Dra. Juana Lorena Boix Morán
Secretaria	M.Sc. Irene Franco Arenales
Representantes Docentes	M.Sc. Erick Roderico Villagrán Colón Dr. Pedro Julio García Chacón
Representante del Colegio de Médicos Veterinarios, Zootecnistas y Acuicultores	Licda. Liliana Maricruz Maldonado Noriega
Representantes Estudiantiles	Br. Karol Rubí Rivas Díaz Br. Alejandra Raquel Contreras Perdomo

Consejo Académico del Departamento de Postgrado

Presidente	Dra. Juana Lorena Boix Morán Directora CEMA-USAC
Secretaria	M.Sc. Irene Franco Arenales Directora del Departamento de Postgrado
Coordinador Maestría en Ciencias Marinas y Costeras	M.Sc. Norma Edith Gil Rodas de Castillo Coordinador de Programa

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE
MOLUSCOS ASOCIADOS AL HUMEDAL LAS LISAS-LA BARRONA
EN EL PACÍFICO SUR ORIENTAL DE GUATEMALA**

Presentada al Consejo Académico de CEMA, Departamento de Estudios de Postgrado en cumplimiento con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Postgrado -SEP- y el Centro de Estudios del Mar, Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

José Roberto Ortíz

Como requisito para optar al grado académico de
Maestro en Ciencias

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE ESTUDIOS DEL MAR Y ACUICULTURA
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

TRABAJO PRESENTADO POR



José Roberto Ortiz



M.Sc. Irene Franco Arenales

Asesora



M.Sc. Irene Franco Arenales

Directora del Departamento de Estudios de Postgrado



IMPRIMASE



Dra. Juana Lorena Boix Morán
DIRECTORA



Agradecimientos

A la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y al Centro de Estudios del Mar y Acuicultura por ser mi casa de estudios y darme la oportunidad de acceder a la educación superior, así como también de formarme en el ámbito de las ciencias marinas y costeras.

Al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y al proyecto “Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en Áreas Protegidas Marino Costeras” por el apoyo económico brindado mediante el financiamiento de mi maestría.

A mi asesora y amiga Irene Franco Arenales por su apoyo incondicional, conocimiento y consejo a lo largo del desarrollo del trabajo de investigación.

A mi amiga Juana Lorena Boix Morán por todo el apoyo, cariño y confianza que me ha brindado. Así como también por siempre creer en mí.

A mi amiga Rebeca Martínez (Becky), por compartir esta experiencia conmigo. Por todas las aventuras, las risas, las quemadas, las enlodadas y las largas pláticas en la playa, en nuestra comunidad favorita Las Lisas.

A mis queridos amigos pescadores Fidel Hernández, Daniel Hernández y Don Pedro, por su acompañamiento, conocimiento compartido y amistad.

Dedicatoria

A DIOS:

Por su amor incondicional y las miles de bendiciones que colman mi vida. Por permitirme desarrollarme como ser humano. Gracias por permitirme ser FELIZ.

A MI MADRE: Ileana Ortíz

Por hacerme una persona de bien. Por inculcarme sus principios y enseñarme que el servicio al prójimo es fundamental en la vida (Mama sos mi ejemplo de vida). Un ejemplo de lucha, amor y dedicación. Gracias por tu amor incondicional hacia mi persona. TE AMO MUCHO.

A MIS HERMANOS: Juan José Marroquín y Estuardo Marroquín.

Por ser un ejemplo de vida. Hombres de bien. Y por su cariño y apoyo incondicional.

A MI FAMILIA Y AMIGOS:

Porque Dios me puso en el camino de muchas personas maravillosas. Quienes se convirtieron en mi segunda familia. A quienes admiro y son parte fundamental de mi crecimiento y desarrollo.

Resumen

Los moluscos cumplen un papel ecológico importante en los humedales marino-costeros. Forman parte de las redes tróficas, transferencia de energía y estructuración de los hábitats bénticos. Son uno de los grupos faunísticos dominantes en ambientes estuarinos con bosque de manglar como el humedal Las Lisas-La Barrona, ubicado entre los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa en el Pacífico sur oriental de Guatemala. Se determinó la diversidad, abundancia y distribución de la comunidad de moluscos, así como su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua. Se realizaron ocho muestreos de enero a agosto de 2017, mediante la utilización de parcelas con un área de 16 m² en seis sitios de bosque de manglar y cuatro sitios en el canal estuarino, ubicados a lo largo del humedal. La riqueza de moluscos del humedal Las Lisas-La Barrona está comprendida por 26 especies correspondientes a 18 familias y 22 géneros. Las especies más abundantes de gastropodos fueron *Cerithideopsis californica* (Adams, 1852), *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) y *Cerithideopsis montagnei* (d'Orbigny, 1841) y de bivalvos *Iliochoione subrugosa* (Wood, 1828), *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829) y *Anadara similis* (Adams, 1852). Se evidenció una disminución en cuanto a la abundancia a principios de la época lluviosa. Los sitios correspondientes a bosque de manglar presentaron una mayor cantidad de moluscos, principalmente gastropodos. La distribución de las especies dominantes de moluscos, no está dada por los factores fisicoquímicos del agua, probablemente sean otros factores como la disponibilidad de hábitat y alimento los que rijan su distribución dentro del humedal. Algunos factores como el estado de conservación del bosque de manglar, la elevada influencia de agua marina dentro del humedal, las altas concentraciones de oxígeno disuelto y pH ligeramente básicos, así como la calidad del agua en general, hacen del humedal marino-costero Las Lisas-La Barrona un área muy diversa en cuanto a especies de moluscos.

Palabras clave: Gastropoda, bosque de manglar, *Cerithideopsis californica*, *Littoraria fasciata*, *Anadara tuberculosa*.

Abstract

Molluscs play an important ecological role in marine-coastal wetlands. They are part of trophic networks, energy transfer and structuring of benthic habitats. They are one of the dominant faunal groups in estuarine environments with mangrove forests such as the Las Lisas-La Barrona wetland, located between the departments of Santa Rosa and Jutiapa in the south-eastern Pacific of Guatemala. The diversity, abundance and distribution of the mollusk community were determined, as well as its relation with the physicochemical parameters of the water. Eight samplings were conducted from January to August 2017, using parcels with an area of 16 m² in six mangrove forest sites and four sites in the estuarine channel. The mollusk richness of the Las Lisas-La Barrona wetland is comprised of 26 species corresponding to 18 families and 22 genera. The most abundant gastropod species were *Cerithideopsis californica* (Adams, 1852), *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) and *Cerithideopsis montagnei* (d'Orbigny, 1841) and bivalves *Ilioichione subrugosa* (Wood, 1828), *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829) and *Anadara similis* (Adams, 1852). There was a decrease in abundance at the beginning of the rainy season. The sites corresponding to mangrove forest presented a greater amount of molluscs, mainly gastropods. The distribution of the dominant species of molluscs is not given by the physicochemical variables of the water, it is probably other factors such as the availability of habitat and food that govern their distribution within the wetland. Some factors such as the state of conservation of the mangrove forest, the high influence of seawater within the wetland, the high concentrations of dissolved oxygen and slightly basic pH, as well as the quality of the water in general, make the marine-coastal wetland Las Lisas-La Barrona a very diverse area in terms of mollusk species.

Key words: Gastropoda, mangrove forest, *Cerithideopsis californica*, *Littoraria fasciata*, *Anadara tuberculosa*.

Índice de contenido

1. Introducción	1
2. Marco teórico y estado del arte	3
2.1 Marco teórico	3
2.1.1 Humedales marino-costeros	3
2.1.2 Bosques de manglar	4
2.1.3 Moluscos asociados a los ecosistemas de manglar	5
2.2 Estado del arte	6
2.2.1 Investigaciones internacionales	6
2.2.2 Investigaciones nacionales	11
3. Objetivos	13
4. Materiales y métodos	14
4.1 Área de estudio	14
4.2 Descripción de los sitios de muestreo	16
4.2.1 Sitios correspondientes a bosque de manglar	16
4.2.2 Sitios correspondientes a canal estuarino	16
4.3 Tipo de investigación	17
4.4 Definición de variables	17
4.5 Recolección de organismos y medición de parámetros fisicoquímicos	18
4.6 Análisis de la información	20
5. Resultados y discusión	22
5.1 Riqueza específica	22
5.2 Abundancia y distribución	24
5.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad	27
5.4 Diversidad verdadera	28
5.5 Parámetros fisicoquímicos del agua	29
5.6 Sitios ubicados en el canal estuarino	32
5.6.1 La Palomera (LPA)	32
5.6.2 Las Lisas (LLI)	33
5.6.3 Ahumado Garón (AHG)	34

5.6.4 La Barrona (BAR)	36
5.7 Sitios ubicados en el bosque de manglar	38
5.7.1 Río Viejo Adentro (RVA)	38
5.7.2 Río Viejo Afuera (RVAF)	39
5.7.3 El Ojeado (OJE)	40
5.7.4 Barra El Jiote (BEJ)	41
5.7.5 Entrada La Barrona (ELB)	43
5.7.6 Playa El Jiote (PEJ)	44
5.8 Relación de los moluscos con los parámetros fisicoquímicos	45
6. Conclusiones	49
7. Recomendaciones	50
8. Referencias bibliográficas	51
9. Anexo	56

Índice de figuras

Figura 1.	Sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona.	15
Figura 2.	Sitios correspondientes a bosque de manglar dentro del humedal Las Lisas-La Barrona	16
Figura 3.	Sitios correspondientes a bancos limo-arenosos sobre el tramo principal del canal mareal dentro del humedal Las Lisas-La Barrona	17
Figura 4.	Recolecta de moluscos en los sitios correspondientes a bosque de manglar	19
Figura 5.	Abundancia de moluscos en el humedal Las Lisas-La Barrona	24
Figura 6.	Abundancia relativa de los moluscos bivalvos en el humedal Las Lisas-La Barrona	26
Figura 7.	Abundancia relativa de los moluscos gastropodos en el humedal Las Lisas-La Barrona	26
Figura 8.	Curva de acumulación de especies observadas y estimadas durante el período de muestreo	27
Figura 9.	Similaridad de Bray-Curtis de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua	46
Figura 10.	Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua	46

Índice de tablas

Tabla 1.	Número de especímenes de moluscos en las principales colecciones de referencia de Guatemala	12
Tabla 2.	Variables físicas, químicas y biológicas	18
Tabla 3.	Moluscos presentes en los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona	22
Tabla 4.	Variación mensual de la riqueza específica de moluscos en los sitios de muestreo	23
Tabla 5.	Variación mensual de la abundancia de moluscos en los sitios de muestreo	25
Tabla 6.	Diversidad verdadera de los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona	28
Tabla 7.	Valores promedio (desviación estándar) de los parámetros fisicoquímicos en el humedal Las Lisas-La Barrona	29
Tabla 8.	Comparación temporal de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad del humedal Las Lisas-La Barrona	31
Tabla 9.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en La Palomera	32
Tabla 10.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en La Palomera	33
Tabla 11.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Las Lisas	33
Tabla 12.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Las Lisas	34
Tabla 13.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Ahumado Garón	35
Tabla 14.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Ahumado Garón	36
Tabla 15.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en La Barrona	36

Tabla 16.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en La Barrona	37
Tabla 17.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Río Viejo Adentro	38
Tabla 18.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Río Viejo Adentro	39
Tabla 19.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Río Viejo Afuera	39
Tabla 20.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Río Viejo Afuera	40
Tabla 21.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en El Ojeado	40
Tabla 22.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en El Ojeado	41
Tabla 23.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Barra El Jote	42
Tabla 24.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Barra El Jote	42
Tabla 25.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Entrada La Barrona	43
Tabla 26.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Entrada La Barrona	43
Tabla 27.	Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Playa El Jote	44
Tabla 28.	Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Playa El Jote	44
Tabla 29.	Correlación de la abundancia de las especies de moluscos y los parámetros fisicoquímicos del agua	47
Tabla 30.	Correlación entre los parámetros fisicoquímicos del agua	48

1. Introducción

Los moluscos conforman uno de los grupos faunísticos más diverso y abundante en los humedales marino-costeros. Su importancia radica en la estructuración de los hábitats bénticos, como fuente de alimento, transferencia de energía, purificación del agua mediante filtración y su valor económico para el ser humano (Boix, Rinze, García, Montiel, & Ortiz, 2011; Fortunato, 2015; Parker et al., 2013). Son organismos dominantes en ambientes estuarinos en términos de riqueza, biomasa y abundancia. Han sido considerados como un grupo indicador de la diversidad de invertebrados de la macrofauna bentónica (Ronnbäck, 1999; Satheeshkumar & Basheer, 2012; Zvonareva, Kantor, Li, & Britayev, 2015). Dentro de los ecosistemas más diversos en cuanto a moluscos, se encuentran los humedales marino-costeros, principalmente aquellos que cuentan con una extensa cobertura de bosque de manglar. Siendo hábitats utilizados como zonas de alimentación, refugio y reproducción (Félix-Pico, Holguin-Quñones, & Escamilla-Montes, 2011).

La diversidad, biomasa, abundancia y distribución de invertebrados de los humedales marino-costeros, se modifica bajo perturbación, explotación o si se encuentran asociados a ecosistemas en rehabilitación. Siendo los sitios más impactados los que presentan menor riqueza y abundancia de organismos. Esto debido a sus diferentes grados de sensibilidad y a su limitada capacidad para evadir perturbaciones medio ambientales. Por tales razones, los moluscos han sido empleados como indicadores biológicos, para monitorear los cambios en las zonas intermareales y estuarinas, por causas naturales o antropogénicas (Satheeshkumar & Basheer, 2012; Zvonareva et al., 2015).

Con relación al estado del conocimiento sobre los moluscos, los ecosistemas de manglar han sido de los más estudiados a nivel internacional, generando información que describe al ensamble en términos de riqueza, abundancia y distribución. En bosques de manglar dominados por *Rhizophora mangle* L se han registrado entre 25 y 50 especies (Cedeño, Jiménez, Pereda, & Allen, 2010; Márquez & Jiménez, 2002; Reyes & Campos, 1992). En el humedal Manchón Guamuchal, ubicado en el litoral Pacífico de Guatemala, se han reportado 15 especies de moluscos siendo Arcidae, Veneridae y Carditiidae las familias con mayor

número de especies. De manera general en Guatemala, las familias con mayor representatividad en cuanto a número de especímenes depositados en colecciones de referencia, se encuentran Neritidae, Veneridae, Lucinidae, Bullidae, Donacidae y Olividae (Prado et al., 2007).

En Guatemala la diversidad de moluscos ha sido poco estudiada. El Museo de Historia Natural (Mushnat) de la USAC cuenta con 2,063 especímenes de moluscos correspondientes a 212 especies, el cual representa solo el 16% de las especies colectadas para el litoral Pacífico en otros países de Centroamérica como Nicaragua y el 10.6% de las especies reportadas para la Provincia Panámica (Prado et al., 2007). Por lo que se hace evidente la necesidad de continuar realizando estudios relacionados a los patrones de diversidad de los moluscos, así como a su importancia económica y el potencial como fuente de alimento (Consejo Nacional de Áreas Protegidas [Conap], 2008).

Uno de los remanentes forestales de gran extensión y en un relativo buen estado de conservación en Guatemala, es el humedal Las Lisas-La Barrona, ubicado en el litoral Pacífico sur oriental. Este alberga una gran diversidad de fauna principalmente acuática y se encuentra dominado por bosque de manglar y ambientes estuarinos (Boix et al., 2011). Es un área rica en especies de moluscos principalmente por factores como la calidad del agua, el estado de conservación del bosque de manglar y la influencia de la boca barra (Prado, 2001). El objetivo de esta investigación es determinar la diversidad, abundancia y distribución de la comunidad de moluscos que habita el humedal Las Lisas-La Barrona.

2. Marco teórico y estado del arte

2.1 Marco teórico

2.1.1 Humedales marino-costeros

La Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Ramsar) define en 2015 a los humedales como extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda los seis metros.

Dentro de los servicios ecosistémicos que proveen los humedales marino-costeros se encuentran: Regulación del ciclo hidrológico, ciclo de nutrientes, mantenimiento de la calidad del agua, estabilización de la línea costera, consolidación del terreno a partir de la deposición de sedimentos, provisión concomitante de alimento y refugio para una gran diversidad de organismos a diferentes niveles tróficos (Quiceno & Palacio, 2008; Roldán & Ramírez, 2008; Yáñez-Arancibia, Twilley, & Lara-Domínguez, 1998). De acuerdo al Conap (2008), en Guatemala los humedales marino-costeros son fuente de abastecimiento de agua para usos agrícolas, pecuarios, energéticos, industriales y hábitat de la vida silvestre.

Con base en el inventario nacional de humedales marino-costeros de Guatemala, se han identificado como tal: (1) Punta de Manabique, Izabal (2) Manchón Guamuchal, Retalhuleu, (3) Corredor Monterrico-Hawaii, Santa Rosa (4) Las Lisas-La Barrona, Santa Rosa y (5) Ensenada Los Lagartos, Izabal (Unión Mundial para la Naturaleza [UICN], Conap, & Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001).

Para el humedal Las Lisas-La Barrona se han identificado cuatro hábitats principales que son: (1) Aguas marinas someras permanentes, con menos de seis metros de profundidad en marea baja, (2) layas de arena o de guijarros, que incluyen barreras, bancos e islotes de arena, incluyendo un sistema de dunas, (3) pantanos y esteros intermareales (zonas inundadas), con agua salada, dulce y salobre, inundadas por la marea y (4) Humedales intermareales arbolados, que incluye manglares, bosques inundados (UICN, Conap & Escuela de Biología

de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001). Como parte del humedal se encuentra una porción del canal de Chiquimulilla, el cual es un canal estuarino que delinea el humedal en dos partes, la primera paralela al mar, con formaciones arenosas que conforman lo que se conoce como islote y la segunda que corresponde al bosque de manglar y las zonas inundables. El estuario presenta una influencia mareal permanente (Boix, 2013).

Algunas de las amenazas producto de las actividades antropogénicas en el humedal son: Aumento de la frontera agrícola, el urbanismo, erosión costera, destrucción de hábitat y biodiversidad, contaminación del suelo y de los recursos hídricos así como el deterioro de los acuíferos (Boix, 2013).

2.1.2 Bosques de manglar

La alta disponibilidad de nutrientes en las áreas de manglar hace que estos ambientes sean explotados por una gran cantidad de organismos. Estos ecosistemas ofrecen entre otros importantes beneficios, hábitat propicio para el arribo y permanencia de numerosas especies de origen marino y terrestre. Así como también sitios de reproducción, refugio y protección contra depredadores, sustrato sólido y alimento para una gran cantidad de especies acuáticas, (Reid, Dyal, Lozouet, Glaubrecht, & Williams, 2008; Ruíz & López-Portillo, 2014).

Las características de la comunidad de invertebrados asociados a las raíces del mangle están influenciadas por la tolerancia de cada especie a la desecación, régimen de salinidades, grado de consolidación del sustrato, presencia de detritos orgánicos y el movimiento del agua. Mientras que durante el periodo de baja salinidad, predominan las especies eurihalinas y limnéticas, en la época de alta salinidad, prosperan las poblaciones de especies de origen marino. Las condiciones ambientales como la salinidad, temperatura, turbidez, pluviosidad, pH, granulometría, materia orgánica y vecindad con otros ecosistemas, son factores fundamentales en la estructura y composición de la comunidad de invertebrados de los manglares (Quiceno & Palacio, 2008).

2.1.3 Moluscos asociados a los ecosistemas de manglar

Dentro de los principales grupos faunísticos que dominan en los ecosistemas de manglar se encuentran los moluscos. Desempeñan un papel importante en la transferencia de energía en relación a la transformación de la productividad primaria a los niveles tróficos superiores donde se incluyen especies de peces, aves, reptiles y mamíferos (Arizala, Chilán, & Vera, 2016; Zvonareva et al., 2015).

Diversas especies de ostras, mejillones, almejas y gasteropodos son colectados para el consumo local en comunidades marino-costeras. La sobre explotación de estos recursos, junto con la destrucción de hábitat y la contaminación han mermado los stocks para especies de importancia comercial (Ronnback, 1999).

La distribución de las especies de moluscos dentro de los ecosistemas de manglar de la costa Pacífica de Centroamérica, muestra patrones espaciales claramente diferenciables que permiten dividir los manglares en tres zonas típicas:

- (1) La zona estuarina: Compuesta por los canales mareales y los playones que quedan al descubierto en marea baja. En esta zona los organismos habitan inmersos en el agua constantemente, con períodos de exposición cortos. Se caracteriza por presentar especies como *Ilioichione subrugosa* (Wood, 1828), *Leukoma asperrima* (Sowerby, 1835) y *Melongena patula* (Broderip & Sowerby, 1829). Debido a sus características ecológicas, esta zona presenta una gran variedad de ambientes y consecuentemente, gran cantidad de especies de moluscos que también se encuentran en áreas alejadas del manglar. Las cuales habitan bajo el lodo, las barras arenosas y las zonas rocosas de las desembocaduras de los estuarios o de los deltas con manglares asociados (Cruz & Jiménez, 1994).
- (2) La zona externa del bosque de manglar: Influenciada por inundaciones mareales diarias. Las especies que constituye el principal componente arbóreo son del género *Rhizophora*. En ella habitan especies de moluscos de la familia Arcidae, la cual presenta importancia comercial. También se presentan especies de gasteropodos como *Cerithideopsis californica* (Haldeman, 1840) y *Littoraria zebra* (Donovan, 1825) que

realizan migraciones periódicas entre los troncos de los mangles y el suelo (Cruz & Jiménez, 1994).

- (3) La zona interna del bosque de manglar: Esta zona no se ve afectada por las mareas diarias, pudiendo encontrarse libre de inundación durante semanas o meses. Especies de los géneros *Avicennia*, *Rhizophora*, *Laguncularia* y *Conocarpus* forman parte del componente arbóreo. También pueden presentarse playones o salitrales adyacentes a la sección interna del bosque. En ecosistemas de manglar con clima estacional, las poblaciones de moluscos presentan fluctuaciones estacionales con respecto a la densidad debido a las condiciones ambientales adversas durante la estación seca, a la escorrentía terrestre y a la infiltración (Cruz & Jiménez, 1994).

2.2 Estado del arte

2.2.1 Investigaciones internacionales

Con relación al estado del conocimiento sobre los moluscos asociados a humedales marino-costeros, los ecosistemas de manglar han sido de los más estudiados a nivel internacional, generando información que describe al ensamble de moluscos en términos de riqueza, abundancia y distribución.

Países como Venezuela han realizado estudios cualitativos y cuantitativos mensuales de la comunidad de moluscos asociada a las raíces sumergidas del mangle rojo *R. mangle* entre 1998-1999 en seis estaciones ubicadas en el golfo de Santa Fe. Se colectaron 4,704 especímenes correspondientes a 45 especies (22 gastropodos, 15 bivalvos y ocho chitones). Las especies que presentaron mayor abundancia *Crassostrea rhizophorae* (Guilding, 1828), *Isognomon bicolor* (Adams, 1845) y *Brachidontes exustus* (Linnaeus, 1758) (Márquez & Jiménez, 2002). De igual forma en la laguna de Bocaripo, Sucre, se estudió la abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas de *R. mangle* entre 2005-2006. Cedeño y colaboradores (2010) seleccionaron cinco estaciones dentro de la laguna, en donde fueron tomadas dos raíces al azar. Se recolectaron 1,092 moluscos (Gastropodos y bivalvos), Bivalvia fue la clase más abundante con 943 organismos siendo Mytilidae la familia con mayor número de especies y *Musculus lateralis* (Say, 1822) la especie dominante.

En Colombia, Vilarity y Polanía (2002) bajo el esquema de una caracterización de la comunidad de moluscos asociados a las raíces sumergidas de *R. mangle*, pero esta vez comparando la riqueza, diversidad, uniformidad, similaridad, dominancia y densidad de organismos, fueron comparados tres ecosistemas de manglar con diferentes grados de impacto antropogénico, en el archipiélago de San Andrés y en Providencia. El estudio se llevó a cabo durante las épocas de estiaje y lluvia. Se muestrearon 34 raíces adventicias sumergidas. Se recolectó un total de 5,771 individuos correspondientes a 21 especies y 17 familias. La gran mayoría de especies era epibéntica, con hábitos alimenticios herbívoros. Los tres sitios con diferente grado de intervención presentaron valores relacionados en cuanto a riqueza de especies, diversidad y abundancia, así como densidades.

En México, las lagunas costeras han sido objeto de estudio, en relación a la variación espacio-temporal de los organismos epibiontes de *R. mangle*, donde se recolectaron cuatro raíces trimestrales durante un año. Se registró un total de 59,636 especímenes y una biomasa total de 172g/cm², identificándose dos especies de poliquetos, 12 de moluscos y 14 de crustáceos, siendo *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) la más abundante, *Ficopomatus miamiensis* (Treadwell, 1934) la más común y *C. rhizophorae* la de mayor contribución a la biomasa. La abundancia, biomasa y riqueza específica de los epibiontes incrementó hacia las partes más profundas de la laguna, así como en los horizontes permanentemente inundados (Ruiz & López-Portillo, 2014).

Las actividades antropogénicas pueden alterar la composición de las comunidades de moluscos, los cuales son un componente faunístico importante en los humedales marino-costeros. Dichas alteraciones tienen el potencial de ocasionar efectos en cascada en los niveles tróficos superiores, provocando un deterioro en el valor de estos hábitats como sitios de crianza y alimentación. En el bosque de manglar de la bahía de Moreton, Queensland, Australia, se evaluó la abundancia y riqueza de las especies de moluscos y cangrejos, ecosistema que ha sido perturbado por construcciones de atractivo turístico. Se compararon secciones del bosque adyacentes a las estructuras anteriormente mencionadas con áreas de referencia. Los sitios perturbados presentaron menor riqueza y abundancia de moluscos, pero mayor número de individuos de cangrejos que los sitios de referencia. Se determinó que las

respuestas de la biota a modificaciones físicas en el ecosistema de manglar, pueden dar como resultado alteraciones en la riqueza y abundancia de la fauna macrobéntica (Skilleter & Warren, 2000).

Debido a la evidencia que respalda la influencia de las condiciones ambientales sobre las comunidades de moluscos, países como India, han evaluado las variaciones estacionales en cuanto a su distribución en relación a ciertos parámetros ambientales en cuatro sitios dentro del ecosistema de manglar de Pondicherry. Se reportó un total de 37 especies de moluscos, de las cuales 16 eran bivalvos correspondientes a siete familias y 12 géneros y 21 de gastropodos correspondientes a 14 familias y 19 géneros. La especie dominante fue *Cerithedia cingulata* (Gmelin, 1791). Se observó un incremento en la densidad y diversidad de los moluscos en época de post monzón. Las especies indicadoras de contaminación fueron *Cassidula nucleus* (Gmelin, 1791) y *Melampus ceylonicus* (Petit de la Saussaye, 1843), las cuales se encontraron en sitios con niveles elevados de contaminación. Se evidenció que los parámetros ambientales que presentan mayor influencia en las variaciones de densidades de los moluscos en los manglares de Pondicherry son la materia orgánica del sedimento, así como los sulfuros, el oxígeno disuelto y la salinidad (Satheeshkumar & Basheer, 2012).

En otros países asiáticos como Vietnam, Yu y colaboradores (1997) estudiaron la relación entre la estructura de las comunidades bentónicas y las descargas municipales de aguas residuales en la Reserva Nacional de manglar Futian. Se identificaron 84 especies de macrofauna bentónica, correspondientes a siete filos, nueve clases, 46 familias y 65 géneros. Las familias que presentaron mayor abundancia fueron Assimineidae, Melanidae, Potamididae, Ocypodidae, Grapsidae y Periophthalmidae. Durante la época de muestreo no se evidenciaron fluctuaciones estacionales en relación a la composición de especies y a la biomasa total. Parámetros como la densidad y la biomasa, particularmente con los moluscos y crustáceos, no mostraron diferencias significativas entre el sitio tratado con aguas residuales y el sitio control. Se confirmó que la macrofauna bentónica entre manglares es baja en diversidad de especies y alta en abundancia en comparación con los bancos de arena.

Vietnam ha podido llevar a cabo estudios a largo plazo, monitoreando el ensamble de gastropodos durante un período de ocho años, en una plantación de mangle conformado por *Rhizophora apiculata* (Blume, 1827) en la bahía de Dam. Se identificaron 53 especies correspondientes a 21 familias. La composición del ensamble durante el período inicial de la plantación (2005 a 2006) difirió significativamente en cuanto a riqueza, biomasa y abundancia con un período más avanzado de haber iniciado la plantación (2008 a 2013). En las plantaciones de mangle, los gastropodos estuvieron representados principalmente por especies euribióticas, que pueden ser encontradas en otros ecosistemas diferentes al manglar, mientras que en los sitios con cobertura natural de mangle las familias dominantes fueron Potamididae, Littorinidae y Ellobiidae. De manera concluyente, el ensamble de gastropodos de una plantación de mangle de nueve años de antigüedad, difiere de un bosque natural de mangle, ya que está dominada por especies euribióticas oportunistas, sugiriendo que el ecosistema formado por la plantación se encuentra fuera de balance y en un estado transitorio (Zvonareva et al., 2015).

Otra de las ramas de investigación de los moluscos asociados a humedales marino-costeros, ha sido el estudio del comportamiento de los gastropodos con relación a las condiciones medio ambientales del ecosistema, más específicamente el de dos especies presentes en los bosques de mangle de la costa de Guinea, donde se pudo observar que *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) es capaz de tomar el oxígeno atmosférico, presentando un movimiento vertical notorio entre la superficie del agua y la parte superior de las raíces adventicias de *Rhizophora* sp. *Tympanotonus fuscatus* (Linnaeus, 1758) tiende a conformar aglomeraciones, retornando a las mismas agrupaciones si los organismos son separados (Kamardin, Ulare, & Sangare, 2004). En el Caribe colombiano, se estudió la distribución de *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) y *L. angulifera*, ya que a pesar que los gastropodos son de los grupos más abundantes en los manglares, poco se sabe del ámbito de especies particulares, debido al enfoque comunitario de la mayoría de estudios. Se pudo confirmar que *L. angulifera* es una especie de carácter estenohalina y marina, mientras que *N. virgínea* es eurihalina y estuarina (Ortíz & Blanco, 2011).

Ciertas especies de moluscos bivalvos presentan un alto valor económico, como por ejemplo *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) y *Anadara similis* (Adams, 1852) siendo dos de las especies con mayor importancia comercial a nivel latinoamericano. En Colombia estos organismos son la base de una pesquería exclusivamente artesanal de subsistencia, desarrollada por las comunidades ubicadas en el Océano Pacífico. Las densidades de *A. tuberculosa* y *A. similis* en el Pacífico colombiano fueron muy variables en cada una de las zonas estudiadas (0.38 y 4.23 individuos/m²). Se evidenció que la precipitación y la temperatura superficial del mar se relacionan con el aumento de las capturas. Sin embargo el efecto de El Niño incide significativamente en la disminución de las capturas (Borda & Cruz, 2004a).

De manera complementaria, se analizó el ciclo de reproducción y el de reclutamiento de *A. tuberculosa* en la zona de pesca de la ensenada de Tumaco. Esta especie se reproduce durante todo el año, pero la época principal de maduración es en noviembre y febrero; después de la eclosión las larvas son planctónicas y su desarrollo transcurre entre 23 y 31 días en aguas oceánicas; durante este período se han podido identificar cuatro fases: (1) Trocófora, (2) veliger, (3) charnela recta, (4) larva con umbo y (5) larva oculada, la cual permanece en la columna de agua entre 13 y 15 días. Este último estadio retorna a las áreas de manglar, con ayuda de las corrientes y de los cambios de marea, y se asientan previamente como postlarva (5.5 mm y una duración entre cuatro y cinco meses) a un sustrato para posteriormente vivir aisladas. Los juveniles tienen una duración de seis meses y el reclutamiento a la pesquería se inicia entre los seis y 10 meses posteriores al desove. La talla de primera reproducción (44 mm) se alcanza a los 12 meses (Borda & Cruz, 2004b).

Se determinó la densidad, población, longitud, rendimiento y proporción sexual de *A. tuberculosa* y *A. similis* en la Bahía de Golfo Dulce, en el Pacífico de Costa Rica entre 1998 y 1999. *A. tuberculosa* presentó mayor abundancia (0.9 unidades/m²) que *A. similis* (0.2 unidades/m²); las mayores abundancias se presentaron en las boca barras. La longitud de concha promedio fue de 43.3 mm para *A. tuberculosa* y de 42.8 mm para *A. similis*. El índice de condición (una medida del rendimiento del músculo) fue mayor en *A. similis* (21.2%) que en *A. tuberculosa* (17.2%) (Silva & Bonilla, 2001).

2.2.2 Investigaciones nacionales

Guatemala se encuentra dentro de dos provincias malacológicas: Provincia del Caribe con 1,200 especies y Provincia de Panamá con 2,000 especies. Esta última se caracteriza por ser homogénea, con pocas bahías o entradas, escasas islas o barreras biogeográficas y una plataforma continental angosta. De igual forma es una de las más importantes en cuanto a riqueza de especies a pesar de tener un área geográfica reducida (Prado et al., 2007).

De acuerdo a la recopilación de información de Prado y colaboradores (2007), Guatemala tiene la mayor cantidad de registros de su diversidad malacológica en dos colecciones de referencia registradas ante el Conap: (1) la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Mushnat) y (2) la colección de la Universidad del Valle de Guatemala. En total se tiene registro de 135 familias en ambas colecciones. Conjuntamente se registraron 123 especies de la clase Gastropoda y 169 de la clase Bivalvia. Las familias con mayor representatividad en cuanto a número de especímenes son: Neritidae (854), Veneridae (803), Lucinidae (583), Bullidae (596), Donacidae (238) y Olividae (356). Se determinó que en Guatemala solo se ha reportado el 20% de las especies de moluscos aproximadamente, siendo la clase Bivalvia la más representativa en las principales colecciones de referencia del país (Tabla 1).

Otras investigaciones relacionadas a la descripción de la riqueza específica de moluscos en Guatemala, han reportado 98 especies de pelecípodos en el litoral Caribe (Cazali, 1988) y 20 especies de moluscos en el litoral Pacífico (Ruano, 2000; Vásquez & Muñoz, 2000).

Tabla 1

Número de especímenes de moluscos en las principales colecciones de referencia de Guatemala

Departamento	No. de individuos en Mushnat	No. de individuos de UVG.
Alta Verapaz	51	0
Escuintla	99	989
Guatemala	2	0
Izabal	4,000	714
Jutiapa	26	0
Petén	14	0
El Progreso	7	0
Quiché	1	0
Retalhuleu	1,664	27
San Marcos	25	230
Santa Rosa	325	123
Sin localidad	42	10
Total	6,256	2,093

Nota. Adaptada de Prado Castro y colaboradores, 2007

Los humedales marino-costeros que figuraban como sitios de colecta con especímenes depositados tanto en Mushnat como en UVG eran Manchón Guamuchal y el corredor Monterrico-Hawaii. Para Manchón Guamuchal se reportaban 67 especies en el Mushnat y 15 especies en UVG. Aunque es importante mencionar que las colectas no se limitaron al área de manglar, sino también a las playas y zonas intermareales. Las familias de bivalvos más abundantes para este humedal fueron Cardiidae, Veneridae y Donacidae. Con respecto a las especies de importancia comercial y alimenticio se encuentran *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829) (especie en peligro de extinción), *A. tuberculosa* y *A. similis*. Los especímenes colectados de *L. grandis* se encuentran muy por debajo de las tallas reportadas para los adultos en la literatura (Prado et al., 2007).

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar la diversidad y distribución de la comunidad de moluscos asociados al humedal Las Lisas-La Barrona en el Pacífico sur oriental de Guatemala.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar la riqueza específica y la abundancia de los moluscos del humedal Las Lisas-La Barrona.
- Establecer la distribución espacial y temporal de los moluscos del humedal Las Lisas-La Barrona.
- Evaluar la relación de los moluscos del humedal Las Lisas-La Barrona con las variables ambientales.

4. Materiales y métodos

4.1 Área de estudio

Comprende el humedal marino-costero conocido como humedal Las Lisas-La Barrona con una extensión de 30.8 Km², el cual se constituye como un tramo de la región sur oriente del país, dominado por bosques de manglar y formaciones estuarinas. Se encuentra dentro del bioma denominado Sabana Tropical Húmeda (SAH). Ubicado entre las aldeas El Ahumado y La Barrona de los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa respectivamente. Dentro de sus límites colinda al norte con pastizales, salineras y camarónicas, así como fincas agrícolas privadas dedicadas a la explotación de caña de azúcar y en menor medida al cultivo de tabaco, finalmente al sur con el océano Pacífico. El humedal está delimitado por los espacios fluviales que conforman parte de las desembocaduras del río Los Esclavos y el río Paz, los cuales desembocan al canal de Chiquimulilla, siendo la bocabarra de El Jiote la que drena al océano Pacífico (Boix, 2013).

Con relación a las condiciones climáticas del humedal, este presenta un verano húmedo de noviembre a abril y un invierno seco de mayo a octubre, con variaciones a semi-seco por la influencia del océano Pacífico; con una humedad relativa promedio de 80%. En la distribución intraestacional de la lluvia predomina la distribución bimodal, con dos subperíodos por efecto de la reducción en las lluvias en julio y agosto; denominadas por el sector agrícola como “canículas”, las cuales son fenómenos climáticos irregulares. Históricamente la precipitación media anual ha sido de 1,400 mm al año, con variaciones diarias de 85 -138 mm (Boix, 2013).

Se establecieron 10 sitios de muestreo distribuidos a lo largo del humedal: Río viejo adentro (RVA), Ahumado Garón (AHG), El Ojeado (OJE), La Barrona (BAR), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ), La Palomera (LPA), Río Viejo Afuera (RVAF), Barra El Jiote (BEL), Las Lisas (LLI) (Anexo 1). El número de sitios fue seleccionado a criterio del investigador, tomando en cuenta los hábitats presentes dentro del humedal (Figura 1).

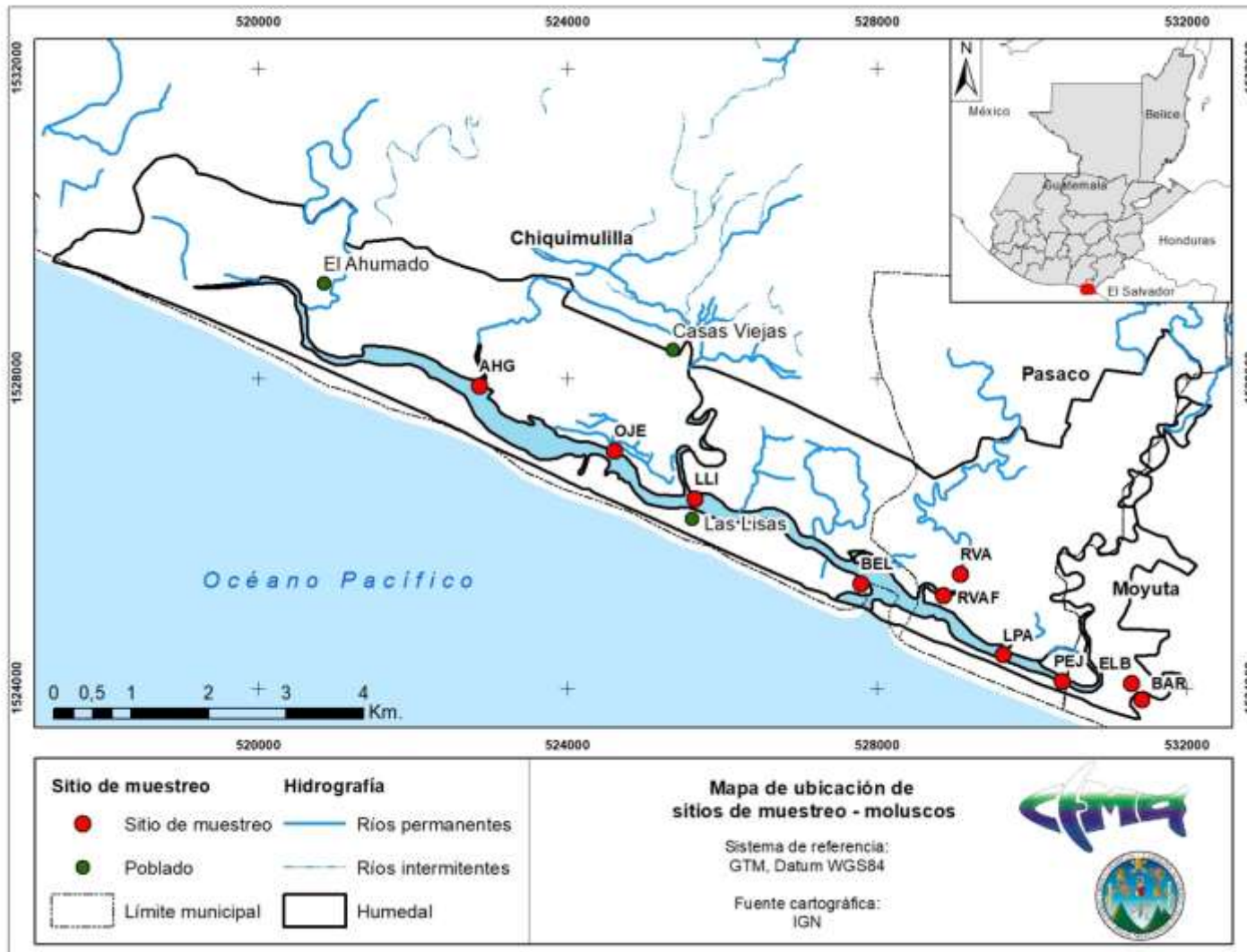


Figura 1. Sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona.

4.2 Descripción de los sitios de muestreo

4.2.1 Sitios correspondientes a bosque de manglar

Seis sitios de muestreo correspondían a bosque de manglar (RVA, OJE, ELB, PEJ, RVAF y BEL). Estos se encontraban a la orilla del canal estuarino, influenciados por los cambios de las mareas. Los sitios OJE, BEL, RVA, RVAF y ELB se encontraban dominados por *R. mangle*, mientras que PEJ por *Avicennia germinans* (L) (Figura 2).



Figura 2. Sitios correspondientes a bosque de manglar dentro del humedal Las Lisas-La Barrona.

4.2.2 Sitios correspondientes a canal estuarino

Cuatro sitios de muestreo eran bancos limo-arenosos sobre el tramo principal del canal estuarino (AHG, BAR, LPA y LLI). Estos sitios se caracterizaban por estar permanentemente inundados a pesar del cambio de mareas en el humedal, con una profundidad que osciló entre 1 – 2 m. AHG fue el sitio más alejado de la bocanarra de El Jiote, mientras que BAR se encontraba cercano a la desembocadura del río Paz en el extremo este del humedal, presentando mayor influencia de agua dulce (Figura 3).



Figura 3. Sitios correspondientes a bancos limo-arenosos sobre el tramo principal del canal mareal dentro del humedal Las Lisas-La Barrona.

4.3 Tipo de investigación

Consistió en un estudio descriptivo, donde se caracterizó la diversidad verdadera y la distribución de la comunidad de moluscos del humedal Las Lisas-La Barrona.

4.4 Definición de variables

Durante el desarrollo de la investigación, se tomaron variables físicas, químicas y biológicas de los sitios de muestreo ubicados en el humedal Las Lisas-La Barrona (Tabla 2).

Tabla 2

Variables físicas, químicas y biológicas

Tipo de variable	Variable	Indicador
Variables respuesta	Diversidad verdadera	Número efectivo de especies
	Riqueza específica	Número de especies
	Abundancia	Número de organismos
Variables explicativas	Porcentaje de saturación de oxígeno	Porcentaje de saturación
	Oxígeno disuelto	mg/L
	Temperatura	°C
	Salinidad	g/L
	Conductividad eléctrica	μS/cm ²
	Sólidos disueltos totales	mg/L
	Potencial de hidrógeno (pH)	Unidades de pH

4.5 Recolección de organismos y medición de parámetros fisicoquímicos

Se realizaron ocho muestreos de manera mensual, de enero a agosto de 2017. El método de colecta fue manual para los 10 sitios de muestreo (Zvonareva et al., 2015). El área de muestreo fue delimitada por parcelas de 4 x 4 m (16 m²). En el caso de los seis sitios correspondientes a bosque de manglar, las parcelas fueron ubicadas entre el manglar y el canal estuarino. Se fijó un tiempo de muestreo de 45 minutos/persona en el cual se recolectó la totalidad de los organismos encontrados, los cuales fueron tomados de las raíces, tallos y ramas del mangle, así como también del fango dentro de la parcela (Figura 4).



Figura 4. Recolecta de moluscos en los sitios correspondientes a bosque de manglar

Para los sitios correspondientes al canal estuarino, la parcela fue ubicada de manera aleatoria en el tramo principal del canal. De igual manera se estableció un tiempo de 45 minutos/persona por cada sitio. Debido al estado permanente de inundación de los puntos de muestreo, era necesario sumergirse para poder coleccionar de forma manual a los organismos. Los especímenes eran tomados directamente del fondo o bien se encontraban parcialmente enterrados en el fango.

Se tomaron mediciones in situ a nivel superficial del agua de saturación de oxígeno (SO), oxígeno disuelto (OD) salinidad, potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (TDS) y temperatura (T) mediante una sonda multiparamétrica (Hanna®) modelo HI98194.

Los organismos fueron cuantificados e identificados al nivel taxonómico más bajo posible mediante la utilización de guías de identificación de la región (Cruz Soto & Jiménez, 1994; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 1995). Los especímenes fueron preservados en frascos de vidrio con alcohol etílico al 70% (Prado et al., 2007) y depositados en la colección de referencia del Cema ubicada en el Laboratorio de Ciencias Biológicas y Oceanográficas. Los números de referencia asignados a los organismos son 527, 528, 530, 531, 532, 534, 535, 536, 537, 538, 541, 542, 543, 545, 546, 547, 548, 549, 550 y 551.

4.6 Análisis de la información

La diversidad de la comunidad de moluscos, se calculó mediante la diversidad verdadera a través del número efectivo de especies, que son las unidades de medición de la diversidad verdadera. Se utilizó la diversidad de orden $q=1$. El exponente q determina la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies; es decir, la influencia que pueden tener las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad. Cuando $q = 1$, todas las especies son incluidas con un peso exactamente proporcional a su abundancia en la comunidad (Jost, 2006).

Se realizó una conversión del índice de Shannon-Weaver (H') a número efectivo de especies mediante la siguiente ecuación:

$${}^1D = \exp(H')$$

Para calcular la diversidad estimada se utilizaron los estimadores de diversidad no paramétricos de Chao 1 y el Abundance-based coverage estimator (ACE por sus siglas en inglés) mediante el programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013). Estos estimadores son utilizados ya que durante los muestreos, existe la posibilidad de que las especies raras de la comunidad, no se encuentren representadas en la muestra. Generalmente la diversidad observada suele ser menor a la diversidad que se esperaría encontrar en la comunidad. Chao 1 y ACE son dos de los modelos matemáticos existentes, que permiten estimar la diversidad total de la comunidad (Moreno et al., 2011). Se elaboró una curva de acumulación de especies mediante el programa EstimateS Versión 9.1.0 para evaluar si el esfuerzo de muestreo fue suficiente para determinar el número efectivo de especies en el humedal.

Para evaluar la existencia de diferencias significativas respecto de la riqueza y abundancia entre sitios de muestreo, se llevó a cabo el análisis de varianza no paramétrico de Friedman, con un intervalo de confianza del 95%. Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, se aplicó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilks y luego un análisis de varianza (ANOVA por sus siglas en inglés) y la prueba de Tukey, para evidenciar diferencias entre sitios y meses de muestreo.

Se aplicó una correlación de Spearman (r) para evidenciar de manera estadística el grado de influencia de los parámetros fisicoquímicos sobre la presencia y abundancia de las especies que componen la comunidad de moluscos. La relación entre la abundancia de moluscos y los parámetros fisicoquímicos se graficó mediante el análisis estadístico multivariado de Clúster de Bray-Curtis y el análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) en el programa PAST (Statistical Version 1.93 para Windows XP).

De igual forma se elaboraron mapas de interpolación de datos, para representar gráficamente el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en el área que comprende el humedal mediante el software ArcGIS 10.3 (Environmental Systems Research Institute [ESRI], 2011).

5. Resultados y discusión

5.1 Riqueza específica

Se registró un total de 26 especies de moluscos, 18 especies de bivalvos correspondientes a 11 familias y 15 géneros; ocho especies de gastropodos correspondientes a siete familias y siete géneros (Tabla 3).

Tabla 3

Moluscos presentes en los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona

No.	Especie	Canal estuarino				Bosque de manglar					
		LPA	LLI	AHG	BAR	RVA	RVAF	OJE	BEL	ELB	PEJ
Bivalvia											
1	<i>Anadara perlabiata</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2	<i>A. similis</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
3	<i>A. tuberculosa</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
4	<i>Atrina maura</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Ilioichione subrugosa</i>	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-
6	<i>Corbula inflata</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	+	-
7	<i>C. tumaca</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
8	<i>Crassostrea corteziensis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Cyclinella</i> sp.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
10	<i>Dosinia dunkeri</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
11	<i>Larkinia grandis</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
12	<i>Iphigenia altior</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	<i>Psammotreta asthenodon</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
14	<i>Mytella guyanensis</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
15	<i>Pitar</i> sp.	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-
16	<i>Polymesoda inflata</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
17	<i>Leukoma asperrima</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
18	<i>Trachycardium procerum</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastropoda											
19	<i>Cerithideopsis montagnei</i>	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+
20	<i>C. californica</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
21	<i>Cerithium muscarum</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
22	<i>Cylichna</i> sp.	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
23	<i>Littoraria fasciata</i>	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
24	<i>Melongena patula</i>	+	+	+	+	-	+	-	+	-	-
25	<i>Natica unifasciata</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	<i>Thaisella kiosquiformis</i>	-	-	+	+	+	-	+	-	+	+

Nota. (+) Presencia; (-) Ausencia. La Palomera (LPA), Las Lisas (LLI), Ahumado Garón (AHG), La Barrona (BAR), Río viejo adentro (RVA), Río Viejo Afuera (RVAF), El Ojeado (OJE), Barra El Jiote (BEL), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ).

Se evidenciaron diferencias significativas en cuanto a la riqueza específica de especies ($p < .0001$), siendo BEL, LPA, OJE y RVAF los sitios con un mayor número de especies y BAR y PEJ los sitios con la menor riqueza (Tabla 4). Las especies que se presentaron en el mayor número de sitios (7) fueron *C. californica*, *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) y *A. tuberculosa*.

Tabla 4

Variación mensual de la riqueza específica de moluscos en los sitios de muestreo

Hábitat	Sitio	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Canal estuarino	LPA	6	6	8	7	4	4	5	8
	LLI	4	4	7	4	3	6	7	4
	AHG	5	6	4	6	3	4	1	3
Bosque de manglar	BAR	0	0	2	2	0	1	2	3
	RVA	2	6	4	6	5	3	2	2
	RVAF	5	7	4	6	5	4	7	6
	OJE	8	7	6	7	5	5	3	3
	BEL	8	9	5	8	4	6	3	7
	ELB	5	5	6	4	3	4	6	5
	PEJ	3	4	3	3	4	3	3	3

Nota: La Palomera (LPA), Las Lisas (LLI), Ahumado Garón (AHG), La Barrona (BAR), Río viejo adentro (RVA), Río Viejo Afuera (RVAF), El Ojeado (OJE), Barra El Jiote (BEL), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ)

Sitios como OJE, BEL, PEJ, RVA, RVAF y ELB (dominados por bosque de manglar), presentaron especies similares como *Cerithideopsis montagnei* (d'Orbigny, 1841), *C. californica*, *L. fasciata*, *Thaisella kiosquiformis* (Duclos, 1832), *Cerithium muscarum* (Say, 1832), *L. asperrima*, *Corbula inflata*, (Adams, 1852), *A. tuberculosa* y *A. similis*. LPA y LLI (zona estuarina) fueron los sitios donde se presentó el mayor número de especies de moluscos bivalvos. *Anadara perlabiata* (Grant & Gale, 1931), *I. subrugosa* y *L. grandis* se registraron en ambos sitios. Mientras que *Iphigenia altior* (Sowerby, 1833) y *Atrina maura* (Sowerby, 1835) se presentaron únicamente en LPA y *Trachycardium procerum* (Sowerby, 1833) y *Dosinia dunkeri* (Philippi, 1844) en LLI.

Con respecto a la riqueza de especies de la comunidad de moluscos, en otros humedales marino-costeros dominados por bosque de manglar (continente asiático), la riqueza es más elevada con rangos de entre 37-53 especies. Para Sur América se han reportado entre 21 -32 especies de moluscos, en algunos casos asociadas a las raíces adventicias de *R. mangle*. Por lo que la riqueza dentro del humedal Las Lisas-La Barrona se encuentra dentro del rango para países en el mismo continente (Cedeño et al., 2010; Vilarly & Polanía, 2002; Yu et al., 1997; Zvonareva et al., 2015). Cedeño y colaboradores (2010) y Márquez y Jiménez (2002), han reportado una disminución de la riqueza con la alta variación de salinidad en los ecosistemas estuarinos. Las condiciones espacio temporales homogéneas con respecto a la salinidad favorece la presencia de especies de origen marino o bien con marcado carácter estenohalino (Quiceno & Palacio, 2008).

Comparando la composición de especies del humedal Manchón Guamuchal (Prado et al., 2007) con la del humedal Las Lisas-La Barrona, resalta la presencia del casco de burro *L. grandis*, la concha de burro *A. tuberculosa* y el curíl *A. similis*, las cuales presentan una importancia comercial y son sometidas a una constante explotación por parte de las comunidades que habitan las zonas marino-costeras, no siendo una excepción los pescadores recolectores que habitan dentro del humedal Las Lisas-La Barrona (Cruz Soto & Jiménez Ramón, 1994; Ronnback, 1999). Otros estudios han reportado que la diferencia en cuanto a riqueza y abundancia de las especies se puede deber al mayor flujo de marea, permitiendo intrusión de agua oxigenada (Monserrate, Medina, & Calle, 2009).

5.2 Abundancia y distribución

Se evidenciaron diferencias significativas ($p < .0001$) en relación a la abundancia total de moluscos en los diferentes sitios de muestreo. Los sitios PEJ, RVA y OJE fueron los que presentaron la mayor abundancia de organismos. BAR y AHG fueron los sitios con un menor número de moluscos (Figura 5). PEJ sobresalió en relación a la abundancia de moluscos principalmente de la especie *C. californica*, alcanzando el mayor número de caracoles en febrero. Se pudo observar una disminución considerable durante junio (Tabla 5).

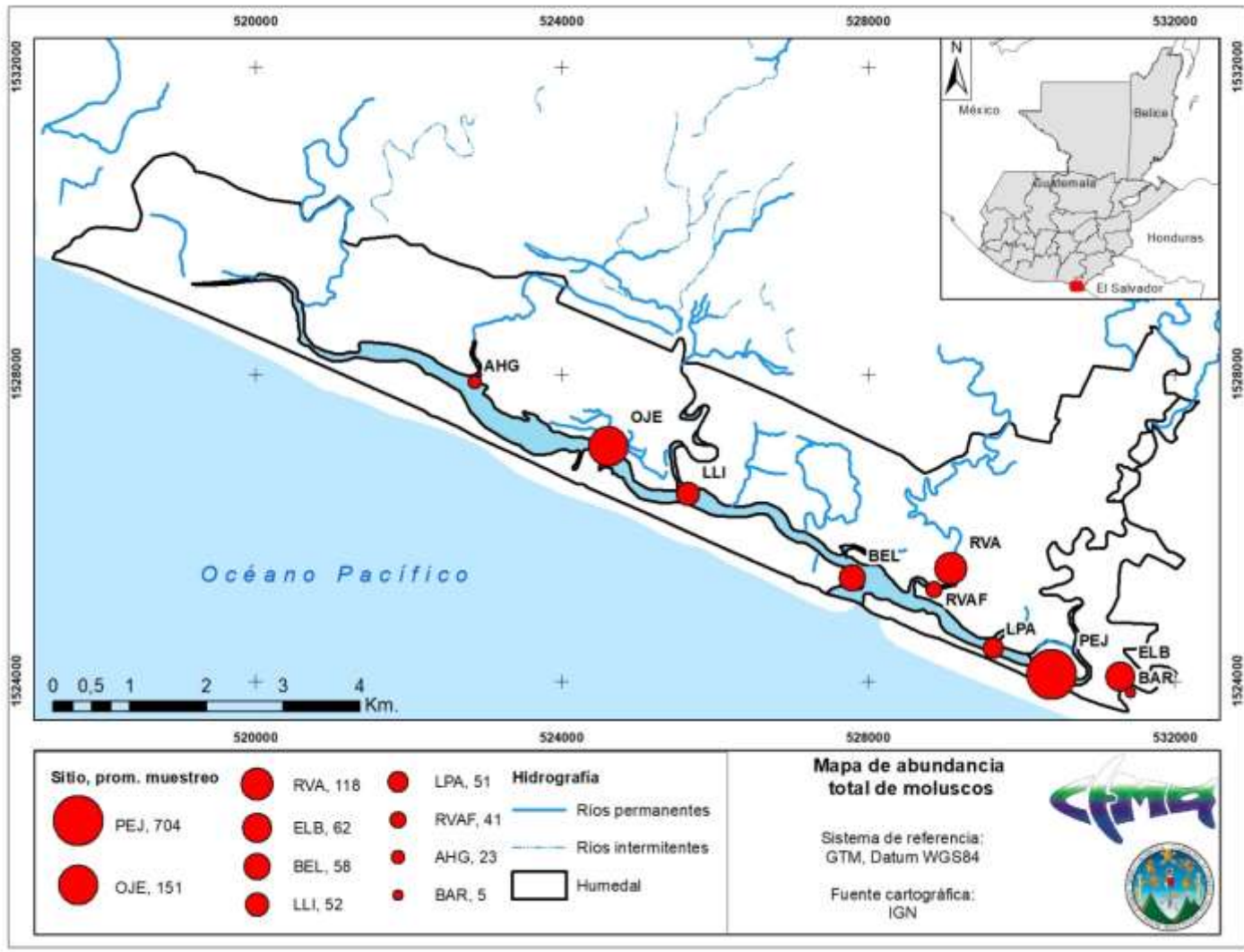


Figura 5. Abundancia de moluscos en el humedal Las Lisas-La Barrona.

Tabla 5

Variación mensual de la abundancia de moluscos en los sitios de muestreo

Hábitat	Sitio	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
Canal estuarino	LPA	48	50	72	48	75	6	49	60	408
	LLI	54	21	87	39	21	96	52	42	412
	AHG	10	34	24	56	6	17	6	31	184
Bosque de manglar	BAR	0	0	4	4	0	2	22	7	39
	RVA	123	147	63	113	44	149	119	184	942
	RVAF	35	39	43	66	16	12	38	80	329
	OJE	94	68	60	87	246	293	229	129	1206
	BEL	71	86	35	102	10	18	22	122	466
	ELB	32	35	56	80	27	109	103	54	496
	PEJ	702	1140	988	561	721	95	623	804	5634
	Total	1169	1620	1432	1156	1166	797	1263	1513	

Nota: La Palomera (LPA), Las Lisas (LLI), Ahumado Garón (AHG), La Barrona (BAR), Río viejo adentro (RVA), Río Viejo Afuera (RVAF), El Ojeado (OJE), Barra El Jiote (BEL), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ)

Las especies de moluscos bivalvos más abundantes fueron *I. subrugosa*, *L. grandis* y *A. similis*. Mientras que *Psammotreta asthenodon* (Pilsbry & Lowe, 1932), *I. altior*, *Cyclinella sp.* y *Polymesoda inflata* (Philippi, 1851) presentaron menos de cinco organismos durante todo el período de muestreo (Figura 6). En el caso de los gastropodos las tres especies más abundantes fueron *C. californica*, *L. fasciata* y *C. montagnei*. Mientras que el género *Cylichna sp.* y *Natica unifasciata* (Lamarck, 1822) presentaron menos de tres organismos durante el período de muestreo (Figura 7).

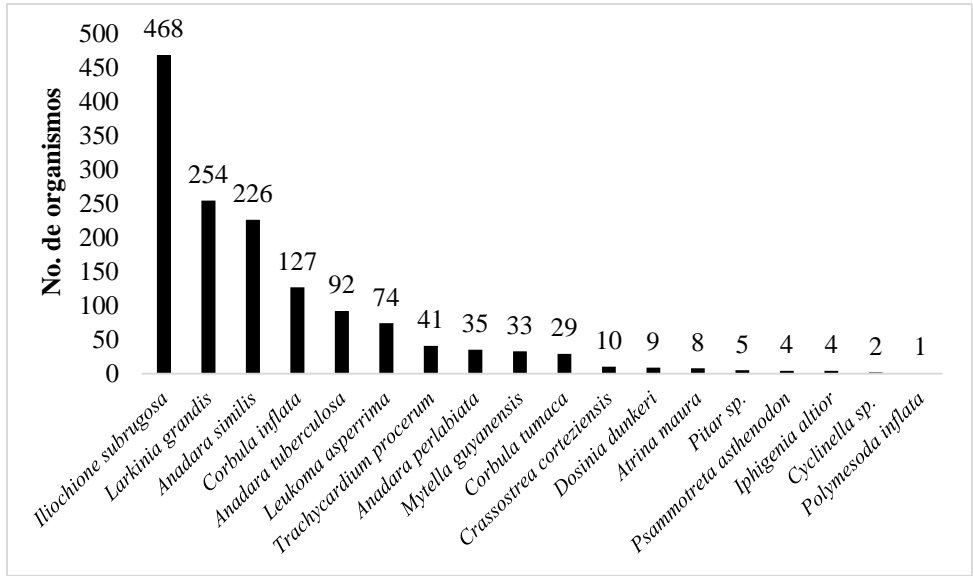


Figura 6. Abundancia relativa de los moluscos bivalvos en el humedal Las Lisas-La Barrona

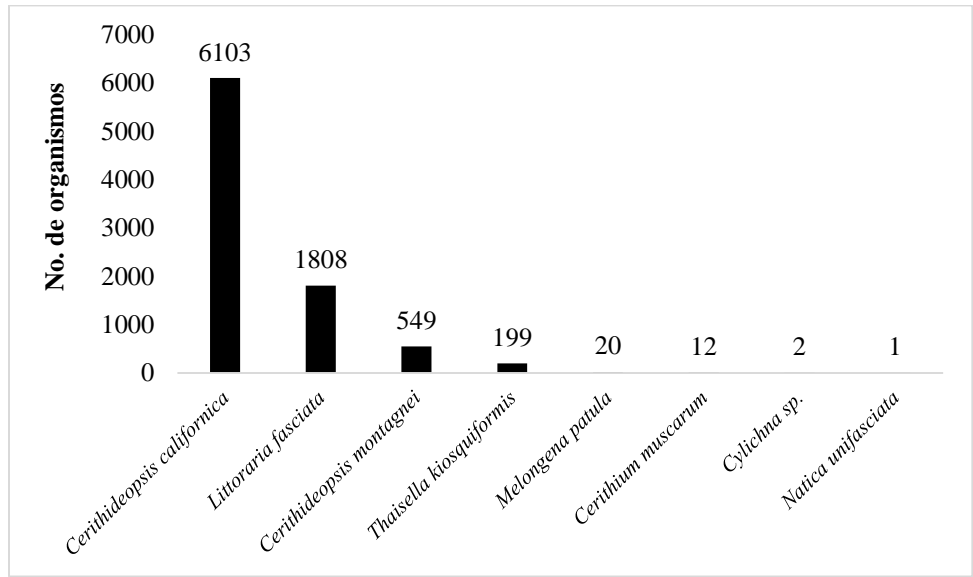


Figura 7. Abundancia relativa de los moluscos gastropodos en el humedal Las Lisas-La Barrona

El grupo más abundante fue el de los gasterópodos, principalmente la especie *C. californica*, que se caracteriza por ser abundante en la zona intermareal de los bosques de manglar y los bancos lodosos (Miura, Frankel, & Torchin, 2011). Se ha reportado la presencia de *C. californica* y *C. montagnei* en sitios con intervención antropogénica. Así como también los géneros *Mytella* y *Leukoma*. (Monserrate et al., 2009). Los gasterópodos son uno de los grupos dominantes de moluscos en las comunidades intermareales y frecuentemente exhiben zonación vertical. Esta distribución puede estar delimitada por la depredación, hábitos alimenticios y competencia interespecífica. También variables abióticas tales como la desecación y el estrés térmico (Duncan & Szelistowski, 1998).

5.3 Curva de acumulación de especies y estimadores de diversidad

De acuerdo al estimador de diversidad no paramétrico ACE, el número de especies estimadas es de 27.17, mientras que el estimador Chao 1 determina la presencia de 27 especies. Si se compara con el número de especies encontradas en el humedal (26), los valores son muy cercanos, pudiendo determinar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para la evaluación de la diversidad de la comunidad de moluscos en el humedal Las Lisas-La Barrona (Figura 8).

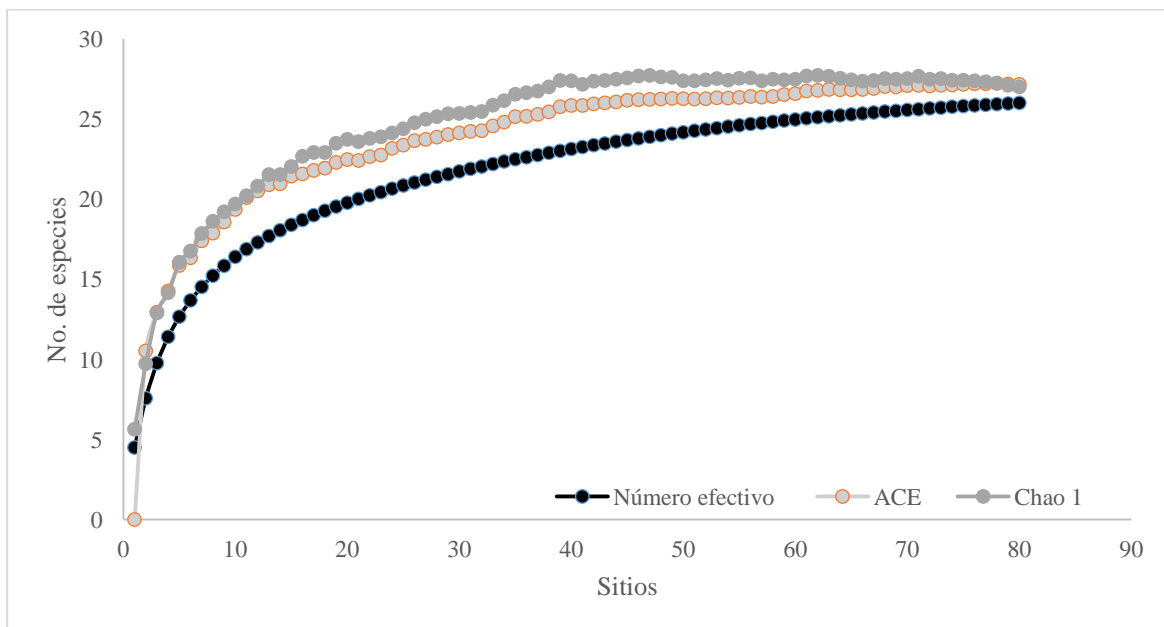


Figura 8. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas durante el período de muestreo.

5.4 Diversidad verdadera

Se determinó que el sitio que presentó mayor diversidad fue AHG con 7.52 elementos efectivos (ee), seguido de RVAF (5.82 ee) y BEL (4.30 ee). Por el contrario PEJ (1.33) y RVA (1.96) presentaron el menor número efectivo de especies (Tabla 6).

Tabla 6

Diversidad verdadera de los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona

Hábitat	Sitio	Shannon	EE
Canal estuarino	LPA	1.22	3.38
	LLI	1.25	3.49
	AHG	2.02	7.52
	BAR	1.30	3.68
Bosque de manglar	RVA	0.67	1.96
	RVAF	1.76	5.82
	OJE	1.24	3.46
	BEL	1.46	4.30
	ELB	1.36	3.91
	PEJ	0.28	1.33

Nota: La Palomera (LPA), Las Lisas (LLI), Ahumado Garón (AHG), La Barrona (BAR), Río viejo adentro (RVA), Río Viejo Afuera (RVAF), El Ojeado (OJE), Barra El Jiote (BEL), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ)

En relación a la diversidad, otros ambientes estuarinos han presentado valores para el índice de Shannon-Weaver entre 0.65-1.68 (Arizala Guachamin et al., 2016; Monserrate et al., 2009; Satheeshkumar & Basheer Khan, 2012). Vilarity y Polanía (2002), sugieren que valores <1 para los índices de diversidad en aguas estuarinas son comunes en presencia de niveles de contaminación elevados. Valores entre uno y tres son indicadores de aguas moderadamente contaminadas y valores superiores a tres indica aguas no contaminadas. Los valores del índice de Shannon reportados para el humedal Las Lisas-La Barrona se encontraron entre 0.28 y 2.02, lo cual puede sugerir pueden sugerir fuertes interacciones entre las especies y su medio ambiente, elevada complejidad estructural y disponibilidad de hábitats, que proporcionan refugio y áreas de alimentación (Vilarity & Polanía, 2002).

Las Lisas-La Barrona al ser un humedal marino-costero con una elevada influencia marina, puede verse influenciado de manera negativa en términos de diversidad, específicamente de moluscos por factores como: La combinación desfavorable de carga pesada de sedimentos, suelos ácidos y anóxicos, sombra profunda (restricción de la productividad primaria) y depredación intensa, lo cual puede limitar el número de especies presente (Reid, Dyal, Lozouet, Glaubrecht, & Williams, 2008).

5.5 Parámetros fisicoquímicos del agua

La temperatura promedio del agua se mantuvo entre los 29.55 - 30.70°C. La saturación de oxígeno fue el parámetro que presentó mayores variaciones durante el período de muestreo. Parámetros como el pH y la salinidad mostraron variaciones espaciales más evidentes dentro del humedal, siendo los sitios cercanos a las barras BAR y BEL los que presentaron los valores más básicos en la escala de pH. En el caso de la salinidad el lado oeste presentó valores cercanos a la salinidad promedio del agua marina, mientras que el lado este presentó condiciones de agua salobre (Tabla 7 y Anexo 1-7).

Tabla 7

Valores promedio (desviación estándar) de los parámetros fisicoquímicos en el humedal Las Lisas-La Barrona

Sitio	T	SO	OD	pH	CE	TDS	Salinidad
LPA	29.61 (1.12)	65.67 (16.82)	4.33 (0.90)	7.65 (0.17)	37.93 (12.10)	24.80 (11.06)	24.27 (7.80)
LLI	30.24 (1.28)	97.92 (15.25)	6.22 (0.94)	7.89 (0.29)	51.76 (3.30)	25.89 (1.66)	33.89 (2.43)
AHG	30.36 (1.04)	77.54 (19.04)	4.75 (0.85)	7.76 (0.21)	53.00 (3.79)	26.50 (1.82)	34.79 (2.68)
BAR	30.70 (1.13)	88.38 (27.20)	5.92 (1.71)	8.03 (0.20)	35.44 (11.61)	27.06 (24.85)	22.32 (7.62)
RVA	29.85 (1.11)	70.87 (22.36)	4.52 (1.30)	7.59 (0.37)	46.16 (8.59)	23.08 (4.30)	29.87 (6.00)
RVAF	30.18 (1.00)	67.10 (20.47)	4.61 (1.02)	7.77 (0.30)	46.00 (8.52)	22.98 (4.25)	29.72 (5.95)
OJE	29.55 (0.98)	85.95 (14.44)	5.54 (0.70)	7.89 (0.27)	51.68 (3.47)	25.78 (1.77)	33.77 (2.59)
BEL	29.55 (1.30)	94.00 (19.42)	6.01 (1.08)	7.99 (0.20)	51.33 (3.42)	24.07 (4.41)	33.54 (2.48)
ELB	30.06 (2.04)	81.11 (32.02)	5.48 (2.05)	7.84 (0.28)	34.48 (10.48)	24.74 (17.29)	21.37 (7.05)
PEJ	30.33 (1.76)	69.29 (17.63)	4.45 (0.82)	7.65 (0.20)	39.04 (11.77)	25.87 (12.73)	24.77 (7.79)

Nota: La Palomera (LPA), Las Lisas (LLI), Ahumado Garón (AHG), La Barrona (BAR), Río viejo adentro (RVA), Río Viejo Afuera (RVAF), El Ojeado (OJE), Barra El Jiote (BEL), Entrada La Barrona (ELB), Playa El Jiote (PEJ), temperatura (T), saturación de oxígeno (SO), oxígeno disuelto (OD), conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (TDS).

En relación a los parámetros fisicoquímicos del agua dentro del humedal Las Lisas-La Barrona, los valores de temperatura y salinidad se han mantenido dentro de los rangos reportados por Boix (2013) y García, Franco y García (2013), aunque la amplitud del rango de los valores promedio para ambos parámetros se ha reducido, evidenciando un comportamiento más homogéneo de la temperatura y la salinidad dentro del humedal (Tabla 8). Los sitios que mostraron los valores más elevados de salinidad fueron AHG, OJE y LLI (lado oeste), encontrándose relativamente alejados de la influencia de las bocabarras. Pudiendo deberse a que su ubicación no permite el intercambio de flujos de agua de manera constante y están regidas por las épocas de lluvias (Cedeño et al., 2010).

García y colaboradores (2013) resaltan que los valores de pH en humedales dominados por bosque de manglar generalmente son ligeramente ácidos, no siendo el caso de los valores de pH registrados para el humedal Las Lisas-La Barrona. Se pudo evidenciar un aumento promedio de 1.59 unidades entre el valor máximo reportado por Boix (2013) y el valor mínimo promedio reportado en el presente estudio. Se registraron valores de pH ligeramente básicos en sitios ubicados cerca de las barras que conectan al humedal con el océano. De igual manera se evidenció un aumento de más del doble en cuanto a la concentración de oxígeno disuelto en el humedal en comparación con las concentraciones reportadas por otros autores (Boix, 2013; García et al., 2013), quienes registraron niveles de oxígeno disuelto particularmente bajos en todos los sitios y épocas de muestreo. Este aumento en cuanto a los valores de pH y las concentraciones de oxígeno disuelto en el humedal, puede deberse principalmente a un aumento en cuanto al intercambio de aguas por efecto de mareas y a una mayor influencia por parte del agua marina.

Tabla 8

Comparación temporal de la temperatura, oxígeno disuelto, pH y salinidad del humedal Las Lisas-La Barrona

Variable fisicoquímica	Boix (2013)	García, Franco y García (2013)	Ortíz (2018)
Temperatura (°C)	25 a 33	28 a 30.75	29.55 a 30.70
Oxígeno disuelto (mg/L)	0.4 a 1.2	0.7 a 1.58	4.33 a 6.22
pH	6 a 7	6.37 a 7.35	7.59 a 8.03
Salinidad (g/L)	14.4 a 35.3	0 a 40	21.37 a 33.89

La temperatura del agua mostró diferencias significativas con respecto a los meses de muestreo ($p < 0.0001$), siendo enero, marzo, junio y julio aquellos que difirieron. Mientras que por sitio de muestreo no se evidenciaron diferencias significativas ($p = 0.4328$). El OD mostró diferencias significativas con respecto a los meses de muestreo ($p = 0.0031$) y sitios de muestreo ($p = 0.0013$). Siendo enero, abril y mayo los meses y LLI y LPA los sitios que mostraron mayores diferencias. La SO presentó un comportamiento similar, con diferencias en cuanto a los meses ($p < 0.0001$) y sitios de muestreo ($p = 0.0009$).

El pH mostró diferencias significativas con respecto a los meses ($p = 0.0054$) y sitios de muestreo ($p = 0.0025$). Siendo enero y mayo los meses que difirieron de los otros dentro del período de estudio y así como los sitios BAR, PEJ, LPA y RVA.

La CE mostró diferencias significativas con respecto a los meses ($p < 0.0001$) y sitios de muestreo ($p < 0.0001$). El mes que difirió de los demás fue agosto y en el caso de los sitios fueron ELB y BAR. La salinidad mostró un comportamiento similar a la conductividad, con diferencias significativas con respecto a los meses ($p < 0.0001$) y sitios de muestreo ($p < 0.0001$), evidenciado una marcada influencia de las épocas de estiaje y lluvia en el comportamiento de la salinidad en el humedal (García et al., 2013). De acuerdo a la prueba de Tukey, los sitios se agruparon en cuatro conglomerados, primero ELB y BAR del lado este, segundo AHG, LLI, OJE y BEL del lado oeste, tercero RVA y RVAF y por último PEJ y PAL. Por último los TDS no mostraron diferencias significativas con respecto a los meses ($p = 0.3775$) y a los sitios de muestreo ($p = 0.9990$).

5.6 Sitios ubicados en el canal estuarino

5.6.1 La Palomera (LPA)

LPA presentó una riqueza específica correspondiente a 12 especies de moluscos, nueve especies de bivalvos y tres de gastropodos. Las especies más abundantes para LPA fueron *I. subrugosa* (57.60%), *L. grandis* (28.43%) y *A. perlabiata* (4.66%), el resto de especies presentó una abundancia porcentual menor al 4%. Siendo mayo, marzo y agosto los sitios donde se presentó un mayor número de organismos (Tabla 9).

Tabla 9

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en La Palomera

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara perlabiata</i>	0	3	2	3	1	0	8	2	19
<i>Larkinia grandis</i>	14	11	20	15	27	2	14	13	116
<i>Mytella guyanensis</i>	1	2	6	3	0	0	0	0	12
<i>Iphigenia altior</i>	1	2	1	0	0	0	0	0	4
<i>Ilioichione subrugosa</i>	30	31	40	23	46	2	24	39	235
<i>Leukoma asperrima</i>	1	0	1	2	0	0	1	1	6
<i>Natica unifasciata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cylichna</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dosinia dunkeri</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	2
<i>Melongena patula</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	2
<i>Trachycardium procerum</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	3
<i>Atrina maura</i>	0	0	1	1	1	0	2	2	7

Se observó una alta variabilidad con respecto a la salinidad, con rangos entre 6.6 – 31.16 g/L, siendo junio, julio y agosto donde se presentaron las salinidades más bajas. Los TDS aumentaron durante agosto y el OD disminuyó, debido principalmente al aporte de agua dulce de los ríos por el aumento de la precipitación. El pH se mantuvo en valores ligeramente básicos durante todo el período de estudio (Tabla 10).

Tabla 10

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en La Palomera

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	29.1	28.34	28.28	30.81	30.58	29.08	31.19	29.51
OD	3.03	4.46	4.58	5.76	4.9	4.9	3.38	3.69
SO	42	68.43	68.9	94.4	77.5	71.3	52.5	50.4
pH	7.5	7.44	7.68	7.45	7.74	7.69	7.73	7.97
CE	43.13	44.14	45.06	48.11	41.56	33.23	38.03	10.18
TDS	21.77	22.08	22.53	24.05	20.76	16.64	19.02	51.59
Salinidad	27.65	28.34	29.05	31.16	26.46	20.93	24.01	6.6

5.6.2 Las Lisas (LLI)

Se identificaron 11 especies de moluscos, nueve especies de bivalvos y dos de gastropodos. Las especies más abundantes fueron *I. subrugosa* (51.94%) y *L. grandis* (30.83%), el resto de especies presentó una abundancia porcentual menor al 4%. La mayor abundancia de moluscos se presentó en junio (96 organismos), marzo (87) y enero (54) (Tabla 11).

Tabla 11

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Las Lisas

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara perlabiata</i>	4	1	6	0	0	3	0	2	16
<i>Larkinia grandis</i>	21	7	18	16	7	27	18	13	127
<i>Psammotreta asthenodon</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Ilioichione subrugosa</i>	28	12	48	21	13	39	28	25	214
<i>Cylichna</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dosinia dunkeri</i>	0	1	2	0	0	3	0	0	6
<i>Melongena patula</i>	0	0	1	1	0	1	1	0	4
<i>Pitar</i> sp.	0	0	2	0	0	0	1	0	3
<i>Trachycardium procerum</i>	0	0	10	0	1	23	2	2	38
<i>Atrina maura</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Cyclinella</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0	1

LLI se caracterizó por ser uno de los sitios con las concentraciones de OD más elevadas, presentando valores entre 4.35 - 7.6 g/L. El pH se comportó ligeramente básico con valores máximos de 8.28, la salinidad se mantuvo por encima de los 30 g/L a excepción de junio (28.82 g/L). Estas condiciones sugieren una elevada influencia del agua marina, por efecto del cambio de mareas (Tabla 12).

Tabla 12

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Las Lisas

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	30.1	30.53	29.62	29.19	31.47	28.46	32.52	30.03
OD	7.08	6.37	5.91	6.13	7.6	4.35	6.11	6.22
SO	97.2	96.97	94.9	98.8	125	68.6	102.7	99.2
pH	7.75	7.99	7.83	7.6	8.21	7.43	8.09	8.28
CE	53.52	53.14	54.4	54.5	53.17	44.79	51.36	49.23
TDS	26.77	26.58	27.22	27.3	26.59	22.38	25.68	24.63
Salinidad	35.18	34.89	35.87	36.04	34.87	28.82	33.47	32.03

5.6.3 Ahumado Garón (AHG)

En AHG se identificaron 16 especies de moluscos, 12 especies de bivalvos y cuatro de gastropodos. Las especies más abundantes fueron *A. tuberculosa* (30.43%), *L. fasciata* (21.74%), *C. tumaca* (15.76%), *I. subrugosa* (9.78%), *C. corteziensis* (5.43%). El resto de especies se encontró por debajo del 5% de la abundancia porcentual. Los meses donde se presentó el mayor número de organismos fueron abril (56 organismos), marzo (34) y agosto (31) (Tabla 13).

Tabla 13

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Ahumado Garón

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	1	12	20	20	3	0	0	0	56
<i>Anadara tuberculosa</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Larkinia grandis</i>	0	0	1	0	2	2	0	1	6
<i>Mytella guyanensis</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Crassostrea corteziensis</i>	6	4	0	0	0	0	0	0	10
<i>Psammotreta asthenodon</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Corbula inflata</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Ilioichione subrugosa</i>	0	0	0	0	0	12	6	0	18
<i>Leukoma asperrima</i>	0	2	1	6	0	0	0	0	9
<i>Littoraria fasciata</i>	0	14	0	26	0	0	0	0	40
<i>Cerithideopsis californica</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Thais kiosquiformis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dosinia dunkeri</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Melongena patula</i>	0	0	2	0	0	2	0	1	5
<i>Cyclinella</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Corbula tumaca</i>	0	0	0	0	0	0	0	29	29

AHG fue el sitio donde se presentaron los valores más elevados de salinidad, encontrándose por encima de los 33 g/L a excepción de agosto (28.92). El pH presentó un comportamiento ligeramente básico con valores máximos de 7.96, las concentraciones de OD se presentaron entre los 2.91 – 5.59 mg/L (Tabla 14).

Tabla 14

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Ahumado Garón

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	28.4	31.92	29.75	30.1	30.44	30.44	31.28	30.56
OD	2.91	4.24	4.73	5.09	5.34	5.34	4.8	5.59
SO	36.2	66.57	77.6	85.9	93.4	93.4	78.1	89.2
pH	7.42	7.65	7.68	7.56	7.96	7.96	7.88	7.98
CE	54.52	57.87	53.6	55.57	53.13	53.13	51.23	44.96
TDS	27.28	27.44	28.31	27.79	26.57	26.57	25.61	22.49
Salinidad	36	36.1	37.49	36.7	34.86	34.86	33.44	28.92

5.6.4 La Barrona (BAR)

Se identificaron seis especies de moluscos, tres especies de bivalvos y tres de gastropodos. Las especies más abundantes *T. kiosquiformis* (53.85%), *A. similis* (23.08%) y *L. grandis* (10.26%). En julio se presentó el mayor número de organismos (Tabla 15).

Tabla 15

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en La Barrona

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	0	0	0	2	0	2	0	5	9
<i>Larkinia grandis</i>	0	0	3	0	0	0	0	1	4
<i>Psammotreta asthenodon</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Littoraria fasciata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	0	0	0	0	21	0	21
<i>Melongena patula</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	2

BAR registró las menores salinidades a lo largo del estudio, a excepción de marzo y mayo con valores mayores a 30 g/L. Los TDS fueron bajos en comparación con el resto de sitios que generalmente presentaban valores mayores a 20 mg/L. La SO fue elevada y el pH presentó valores mayores a ocho en la mayoría de los meses de muestreo (Tabla 16).

Tabla 16

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en La Barrona

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	29.5	30.65	29.63	32.54	30.73	30.01	30.33	32.24
OD	5.76	5.50	2.3	8.45	6.36	6.2	6.2	6.62
SO	73.8	80.37	36.1	131.2	102.6	92.2	92.2	98.6
pH	7.98	8	8.12	8.06	8.33	8.27	7.8	7.75
CE	23.65	29.62	52.24	36.58	48.33	33.01	41.44	18.7
TDS	11.73	11.91	25.8	18.17	24.19	16.64	20.79	87.26
Salinidad	15.99	18.95	32.6	22.16	31.36	20.84	26.55	10.16

5.7 Sitios ubicados en el bosque de manglar

5.7.1 Río Viejo Adentro (RVA)

En RVA se identificaron 11 especies de moluscos, seis especies de bivalvos y cinco de gasterópodos. Las especies más abundantes fueron *L. fasciata* (76.43%) y *C. californica* (21.23%), el resto de especies presentaron una abundancia porcentual menor al 1%. Los meses de mayor abundancia fueron agosto (184 organismos), junio (149) y febrero (147) (Tabla 17).

Tabla 17

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Río Viejo Adentro

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	0	0	0	1	2	0	0	0	3
<i>Anadara tuberculosa</i>	0	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Larkinia grandis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Mytella guyanensis</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	2
<i>Corbula inflata</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Leukoma asperrima</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Littoraria fasciata</i>	27	133	28	100	39	143	90	160	720
<i>Cerithideopsis montagnei</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Cerithideopsis californica</i>	96	10	32	4	1	4	29	24	200
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Cerithium muscarum</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	4

RVA presentó salinidades superiores a los 30 g/L a excepción de agosto (15.27 g/L). Las concentraciones de OD fueron relativamente bajas con valores entre los 2.02 - 6 mg/L, el pH se comportó ligeramente básico con valores superiores a siete (Tabla 18).

Tabla 18

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Río Viejo Adentro

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	28.8	28.79	29.24	30.2	31.19	29.75	31.75	29.1
OD	2.02	3.98	5.91	4.01	5.4	6	4.05	4.79
SO	26.1	61.77	92.5	66.7	88.4	95.3	66	70.2
pH	7.19	7.26	7.87	7.26	7.63	8.29	7.68	7.54
CE	50.27	48.48	50.2	51.15	47.51	49.71	46.78	25.2
TDS	25.13	24.13	25.17	25.57	23.81	24.87	23.41	12.6
Salinidad	32.81	31.38	32.8	33.41	30.76	32.39	30.2	15.27

5.7.2 Río Viejo Afuera (RVAF)

En RVAF se identificaron 10 especies de moluscos, seis especies de bivalvos y cuatro de gasterópodos. Las especies más abundantes fueron *C. californica* (29.18%), *A. similis* (27.96%), *C. inflata* (15.50%) y *A. tuberculosa* (11.85%). Los meses que presentaron la mayor abundancia fueron agosto (80 organismos), abril (66) y marzo (43) (Tabla 19).

Tabla 19

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Río Viejo Afuera

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	13	7	13	32	8	2	8	9	92
<i>Anadara tuberculosa</i>	12	8	7	2	3	3	1	3	39
<i>Mytella guyanensis</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Polymesoda inflata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Corbula inflata</i>	3	6	9	8	3	5	11	6	51
<i>Leukoma asperima</i>	0	1	0	2	1	2	3	6	15
<i>Littoraria fasciata</i>	0	12	0	0	0	0	1	9	22
<i>Cerithideopsis californica</i>	6	4	14	14	0	0	11	47	96
<i>Melongena patula</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3
<i>Cerithium muscarum</i>	0	0	0	8	0	0	0	0	8

RVAF presentó valores de salinidad superiores a 28 g/L a excepción de agosto, con concentraciones de OD entre los 2.54 – 5.63 mg/L. Se registraron valores de pH superiores a 7.3, con un comportamiento ligeramente básico (Tabla 20).

Tabla 20

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Río Viejo Afuera

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	28.81	30.05	29.6	30.5	31.54	29.68	31.68	29.58
OD	2.54	4.35	5.6	4.9	5.34	5.63	3.97	4.62
SO	32.6	57.53	90.3	49.7	86	88.2	64.3	68.2
pH	7.3	8.03	7.81	7.39	7.81	8.21	7.85	7.77
CE	48.98	52.27	50.41	49.7	44.48	49.15	47.4	25.68
TDS	24.49	26.13	25.21	24.74	22.23	24.53	23.7	12.84
Salinidad	31.86	34.22	32.91	32.21	28.54	31.88	30.63	15.58

5.7.3 El Ojeado (OJE)

Se identificaron 11 especies, 7 especies de bivalvos y 4 de gasterópodos. Las especies más abundantes fueron *L. fasciata* (49.42%), *C. montagnei* (32.67%) y *C. californica* (12.02%), el resto de especies se encontró por debajo del 4%. Los meses donde se presentó mayor abundancia de moluscos fueron junio (293 organismos), mayo (246) y julio (229) (Tabla 21).

Tabla 21

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en El Ojeado

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	1	6	4	2	4	0	0	0	17
<i>Anadara tuberculosa</i>	1	4	3	3	2	0	0	0	13
<i>Mytella guyanensis</i>	10	1	0	0	0	1	0	0	12
<i>Corbula inflata</i>	1	1	2	8	0	0	0	0	12
<i>Ilioichione subrugosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Leukoma asperrima</i>	2	5	3	2	0	0	0	0	12
<i>Littoraria fasciata</i>	24	28	46	62	80	132	122	102	596

<i>Cerithideopsis montagnei</i>	0	0	0	6	159	104	102	23	394
<i>Cerithideopsis californica</i>	54	23	0	4	0	55	5	4	145
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	2
<i>Pitar</i> sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	2

OJE junto con AHG, fueron los sitios donde se presentaron las salinidades más elevadas, con valores entre 28.48 – 36.57 g/L. Las concentraciones de OD fueron elevadas, con valores no menores a 4.22 mg/L durante el período de estudio. El pH se comportó ligeramente básico (Tabla 22).

Tabla 22

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en El Ojeado

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	28.64	30.53	30.2	28.79	30.32	28.19	30.69	29.11
OD	5.43	5.77	5.7	6.19	5.98	4.22	6.25	4.79
SO	67.1	87.40	92.5	102.6	94.6	67	101.2	75.2
pH	7.91	7.9	7.73	7.73	8.08	7.43	8.35	8.06
CE	52.32	53.04	55.43	54.43	53.1	44.27	50.94	49.91
TDS	26.17	26.52	27.7	27.22	26.57	22.14	25.48	24.5
Salinidad	34.36	34.8	36.57	35.92	34.89	28.48	33.26	31.88

5.7.4 Barra El Jiote (BEL)

BEL presentó una riqueza específica de nueve especies de moluscos, cinco especies de bivalvos y cuatro de gastropodos. Las especies más abundantes fueron *C. californica* (58.58%), *C. inflata* (9.44%) y *L. fasciata* (7.94%). Los meses donde se presentó la mayor abundancia fueron agosto (122 organismos), abril (102) y febrero (86) (Tabla 23).

Tabla 23

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Barra El Jote

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	2	6	10	1	5	2	1	0	27
<i>Anadara tuberculosa</i>	8	5	6	1	1	1	0	2	24
<i>Mytella guyanensis</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	3
<i>Corbula inflata</i>	2	12	9	3	3	6	2	7	44
<i>Leukoma asperima</i>	1	3	4	8	1	3	0	10	30
<i>Littoraria fasciata</i>	2	5	0	2	0	5	19	4	37
<i>Cerithideopsis montagnei</i>	4	8	0	8	0	0	0	4	24
<i>Cerithideopsis californica</i>	51	44	6	78	0	0	0	94	273
<i>Melongena patula</i>	0	2	0	1	0	1	0	0	4

BEJ fue el sitio más cercano a la bocabarra de El Jote, presentando una influencia elevada de agua marina por el intercambio de las mareas, pudiéndose evidenciar en la SO, con la mayor parte de los valores cercanos al 100% de saturación o bien encontrándose sobresaturados en abril y mayo. La salinidad fue superior a los 32 g/L a excepción de agosto (27.9 g/L) (Tabla 24).

Tabla 24

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Barra El Jote

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	29.6	28.74	29.28	28.29	31.41	29.17	31.64	28.28
OD	5.8	6.43	6.34	7.16	7.46	4.35	5.86	4.68
SO	81.1	97.80	100	112.3	122.5	68.5	100.1	69.7
pH	7.94	7.88	8.12	7.92	8.25	7.67	8.27	7.87
CE	52.56	53.1	53.47	53.71	53.2	49.98	51.22	43.45
TDS	26.29	26.55	13.95	26.87	26.59	24.99	25.62	21.73
Salinidad	34.47	34.9	35.01	35.39	34.87	32.38	33.43	27.9

5.7.5 Entrada La Barrona (ELB)

En el sitio ELB se identificaron seis especies de moluscos, tres especies de bivalvos y tres de gasterópodos. Las especies más abundantes fueron *L. fasciata* (36.29%), *T. kiosquiformis* (34.07%) y *C. californica* (21.17%). Los meses de mayor abundancia de moluscos fueron junio (109 organismos), julio (103) y abril (80) (Tabla 25).

Tabla 25

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Entrada La Barrona

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	2	0	1	1	5	1	2	4	16
<i>Anadara tuberculosa</i>	5	2	1	0	0	1	1	0	10
<i>Corbula inflata</i>	3	4	1	2	1	0	3	2	16
<i>Littoraria fasciata</i>	0	9	10	26	0	106	10	19	180
<i>Cerithideopsis californica</i>	16	9	25	0	0	1	45	9	105
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	6	11	18	51	21	0	42	20	169

ELB fue de los puntos que presentó los menores valores con respecto a salinidad, con rangos entre 7.67 – 29.15 g/L. La CE presentó valores por debajo del promedio en el período de enero a abril, el OD se mantuvo en concentraciones elevadas, superiores a los 4 mg/L a excepción de enero (Tabla 26).

Tabla 26

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Entrada La Barrona

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	27.4	29.75	28.21	32.63	29.32	29.79	29.95	33.44
OD	1.08	5.23	6.57	8.03	4.48	6.05	6.05	6.43
SO	13.31	75.04	88	123.8	68.5	90.2	90.2	99.9
pH	7.36	7.89	8.21	7.96	7.68	8.2	7.66	7.83
CE	33.93	36.07	13.36	36.93	45.21	45.54	38.26	26.57
TDS	16.93	18.04	66.86	18.38	22.62	22.83	19.13	13.16
Salinidad	21.19	22.7	7.67	20.39	29.15	29.37	24.17	16.33

5.7.6 Playa El Jote (PEJ)

Se identificaron seis especies de moluscos, dos especies de moluscos bivalvos y cuatro de gasterópodos. Es el único sitio donde se presentó un mayor número de especies de gasterópodos que de bivalvos. La especie dominante fue *C. californica* con el 93.77% de la abundancia porcentual (Tabla 27).

Tabla 27

Variación temporal de las especies de moluscos presentes en Playa El Jote

Especie	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Total
<i>Anadara similis</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Anadara tuberculosa</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Littoraria fasciata</i>	3	9	2	5	6	69	79	39	212
<i>Cerithideopsis montagnei</i>	0	21	75	0	15	7	6	5	129
<i>Cerithideopsis californica</i>	698	1104	911	554	699	19	538	760	5283
<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	3

PEJ presentó valores particularmente elevados con respecto a los TDS y bajos en cuanto a la salinidad y la CE en agosto. La salinidad se presentó entre los 6.44 – 31.27 g/L, siendo valores menores en comparación a otros sitios de muestreo. La SO se mantuvo entre el 40.5 - 97.9% (Tabla 28).

Tabla 28

Variación temporal de los parámetros fisicoquímicos en Playa El Jote

Variable	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
T	29.3	28.9	28.27	33.92	31.14	29.94	31.2	29.98
OD	3.19	4.59	5.3	5.29	4.56	4.87	3.22	4.59
SO	40.5	72.53	79.2	97.9	73	74.6	50	66.6
pH	7.46	7.45	7.66	7.52	7.51	7.9	7.73	7.98
CE	42.18	44.49	45.41	49.65	42.46	39.14	37.64	11.41
TDS	21.08	22.25	22.73	24.14	21.22	19.64	18.83	57.12
Salinidad	26.92	28.62	29.33	31.27	27.08	24.88	23.69	6.44

5.8 Relación de los moluscos con los parámetros fisicoquímicos

El dendrograma muestra cinco agrupaciones basándose principalmente en la abundancia de las especies de moluscos, así como de los parámetros fisicoquímicos de los sitios de muestreo. Sitos correspondientes al canal estuarino como LPA y LLI presentaron valores similares de ee, así como la mayor riqueza de especies de moluscos bivalvos, con abundancia de especies como *I. subrugosa*, *L. grandis* y *A. perlabiata*.

Los seis sitios correspondientes a bosque de manglar, se agruparon en tres diferentes conglomerados. El primero compuesto por RVAF y BEL que presentaron una composición de especies y un comportamiento de la abundancia de moluscos similar, principalmente para las especies *C. californica* y *C. inflata*. Así como también los valores más elevados de diversidad, T, SO, CE y salinidad. El segundo conglomerado de OJE y RVA, que fueron sitios dominados por *R. mangle*, con valores de diversidad y una composición de especies similares, siendo los gastropodos las especies dominantes, principalmente *L. fasciata* y *C. californica*. Así como también valores de los parámetros fisicoquímicos similares. Por último ELB y PEJ fueron sitios de baja diversidad y dominados por gastropodos, principalmente la especie *C. californica* (Figura 9 y 10).

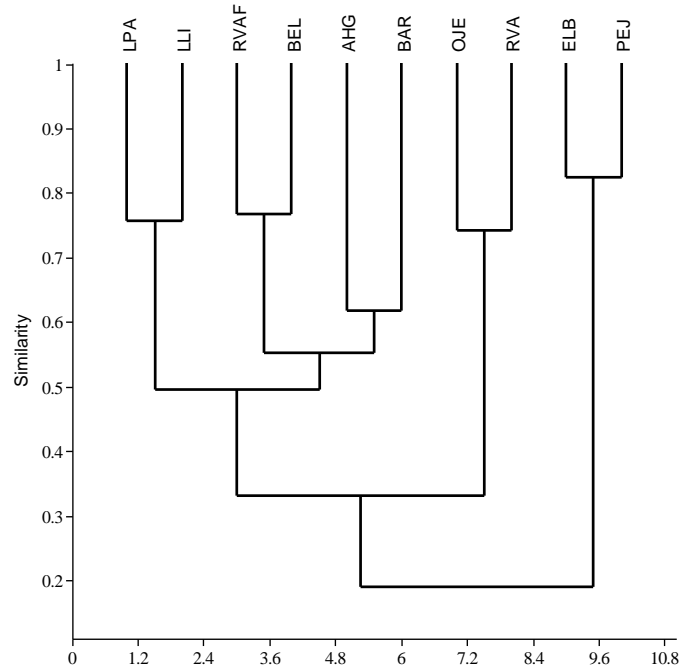


Figura 9. Similaridad de Bray-Curtis de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua.

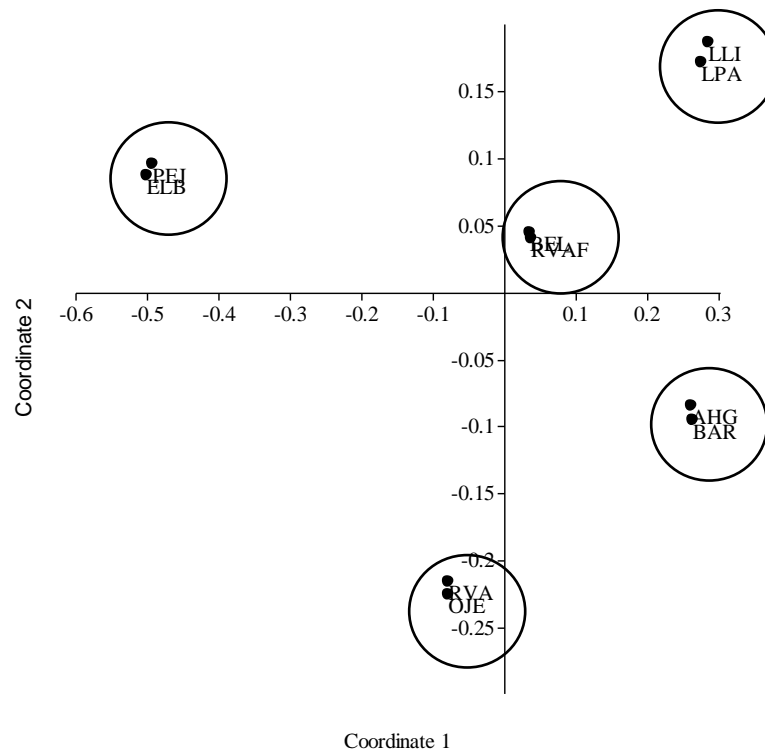


Figura 10. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua.

De acuerdo a los valores del coeficiente de correlación (r), se evidenciaron relaciones positivas y negativas entre especies cuya abundancia estuvo restringida a ciertos sitios del humedal como *P. asthenodon*, *C. muscarum*, *Mytella guyanensis* (Lamarck, 1819), *I. altior* y *Cyclinella* sp., con parámetros fisicoquímicos como la temperatura, los sólidos disueltos totales, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y la salinidad. *P. asthenodon* está asociada a sitios con valores de temperatura y TDS elevados. *M. guyanensis* e *I. altior* están asociadas a sitios con bajas concentraciones de oxígeno disuelto, así como *C. muscarum* presenta una relación negativa con los TDS. El género *Cyclinella* sp., mostró una relación positiva con la conductividad eléctrica y la salinidad (Tabla 29).

Tabla 29

Correlación de la abundancia de las especies de moluscos y los parámetros fisicoquímicos del agua

Especie	Variable fisicoquímica	r	p
<i>Psammotreta asthenodon</i>	Temperatura	0.74	0.01
<i>Psammotreta asthenodon</i>	Sólidos disueltos totales	0.81	0.0046
<i>Cerithium muscarum</i>	Sólidos disueltos totales	-0.7	0.02
<i>Mytella guyanensis</i>	Oxígeno disuelto	-0.64	0.05
<i>Iphigenia altior</i>	Oxígeno disuelto	-0.68	0.03
<i>Cyclinella</i> sp.	Conductividad eléctrica	0.7	0.03
<i>Cyclinella</i> sp.	Salinidad	0.7	0.03

De igual manera se evidenció una fuerte correlación positiva entre parámetros fisicoquímicos como la temperatura y los TDS, el pH con la SO y el OD y la salinidad con la CE (Tabla 30).

Tabla 30

Correlación entre los parámetros fisicoquímicos del agua

Variable fisicoquímica	Variable fisicoquímica	<i>r</i>	<i>p</i>
Temperatura	Sólidos disueltos totales	0.66	0.05
Saturación de oxígeno	Oxígeno disuelto	0.96	0.0038
pH	Oxígeno disuelto	0.88	0.0006
pH	Saturación de oxígeno	0.8	0.005
Salinidad	Conductividad eléctrica	1	0.0027

De acuerdo a Lin y colaboradores (2003), uno de los obstáculos más importantes en cuanto al manejo y conservación de la biodiversidad en humedales costeros, es la falta de conocimiento que se tiene de cómo los factores ambientales controlan las comunidades bióticas. El análisis de correlación de Spearman, mostró que los parámetros fisicoquímicos del agua muestran una baja influencia sobre la diversidad y abundancia de la comunidad de moluscos, principalmente sobre las especies más abundantes. La temperatura, el OD, los TDS, la CE y la salinidad mostraron tener influencia sobre cinco especies de moluscos consideradas de baja abundancia dentro del humedal. Satheeshkumar y Basheer (2012) determinaron que la salinidad, el OD y la materia orgánica, influyen en la riqueza y abundancia de la comunidad de moluscos. Puede que sean otros factores ambientales que no fueron considerados, como la disponibilidad de alimento y de hábitat los que influyan en la presencia de las especies más abundantes en el humedal.

Algunos factores como el estado de conservación del bosque de manglar, la elevada influencia del agua marina en el humedal, el comportamiento relativamente homogéneo de los parámetros fisicoquímicos del agua, así como la calidad de la misma, hacen del humedal marino-costero Las Lisas-La Barrona un área muy diversa en cuanto a moluscos. Pudiendo considerarse como un hábitat en relativo buen estado de conservación al cual deben implementarse medidas de conservación para la protección de la diversidad acuática del ecosistema.

6. Conclusiones

1. La riqueza específica del humedal Las Lisas-La Barrona está dada por 26 especies de moluscos correspondientes a 11 familias y 15 géneros. Las especies de moluscos bivalvos más abundantes fueron *I. subrugosa*, *L. grandis* y *A. similis*, habitando principalmente enterradas en las zonas fangosas del canal estuarino. En el caso de los gastropodos, las especies que presentaron un mayor número de organismos fueron *C. californica*, *L. fasciata* y *C. montagnei*, asociadas a las raíces y tallos del mangle rojo. La mayor parte de los sitios que presentaron el mayor número de especies y los valores de diversidad más elevados estaban asociados al bosque de manglar dominado por *R. mangle*.
2. El estado de conservación del bosque de manglar, la elevada influencia de agua marina dentro del humedal, las altas concentraciones de oxígeno disuelto y pH ligeramente básicos, así como la calidad del agua en general, hacen del humedal marino-costero Las Lisas-La Barrona un área muy diversa en cuanto a especies de moluscos.
3. Los sitios ubicados en el canal estuarino y en el bosque de manglar del humedal, presentaron una disminución de la abundancia de moluscos durante el inicio de la época lluviosa, principalmente durante mayo y junio. Los meses de enero, febrero, marzo y abril mostraron las mayores abundancias de organismos. Con respecto a las variaciones espaciales, los sitios correspondientes a bosque de manglar presentaron una mayor cantidad de moluscos, principalmente gastropodos, mientras que los sitios ubicados en el canal estuarino presentaron una abundancia menor.
4. Las especies dominantes de la comunidad de moluscos no se distribuyen en respuesta a los parámetros fisicoquímicos del agua, probablemente sean otros factores como la disponibilidad de hábitat y alimento los que rijan su distribución dentro del humedal. Especies raras, restringidas a la zona estuarina como *P. asthenodon*, *C. muscarum*, *M. guyanensis*, *I. altior* y *Cyclinella* sp., presentaron una relación con respecto a su abundancia y distribución con la temperatura, los sólidos disueltos totales, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica y la salinidad.

7. Recomendaciones

Fomentar la ejecución de proyectos generadores de información sobre la ecología de los moluscos. Específicamente el rol de los moluscos en las redes tróficas del humedal, así como también sobre los principales aspectos reproductivos de aquellas especies que presentan una importancia comercial debido a su consumo por las comunidades aledañas. Época de reproducción, talla de primera madurez sexual, dispersión y tasa de fijación de larvas, con el fin de generar medidas de manejo para propiciar un aprovechamiento sostenible de las especies. Realizar investigaciones cuantitativas que permitan la estimación de las densidades y la biomasa disponible de las principales especies de moluscos, asociado a ello una evaluación de la viabilidad técnica de explotación del recurso con fines comerciales, así como el potencial económico de este grupo faunístico.

De igual manera evaluar otros factores ambientales que pueden influir en la dinámica y estructura de la comunidad de moluscos como el estado de conservación del bosque de manglar, la disponibilidad de sustrato y alimento, la precipitación, la carga de sedimentos, la composición física y química del sustrato.

Generar información de los aspectos biológicos de otros grupos de invertebrados marinos como los crustáceos, anélidos y equinodermos que habitan dentro del humedal, para fortalecer el conocimiento de la biodiversidad que este ecosistema alberga.

8. Referencias bibliográficas

- Arizala, Y. N., Chilán, P. M., & Vera, E. A. (2017). Estudio de las poblaciones de gasterópodos en un área intervenida del manglar de Limones. *Gestión Ambiental*, 15, 20-27.
- Boix, J. L. (2013). *Elementos para contribuir a la gestión integrada de zonas costeras del Pacífico de Guatemala* (Tesis doctoral). Universidad de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, Instituto Nacional de Costa Rica, Costa Rica.
- Boix, J. L., Rinze, V. M., García, J., Montiel, A., & Ortíz, C. H. (2011). *Elementos para contribuir a la gestión integrada de zonas costeras del Pacífico de Guatemala*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Borda, C. A., & Cruz, R. (2004a). Pesca artesanal de bivalvos (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) y su relación con eventos ambientales en el Pacífico colombiano. *Revista de Investigación Marina*, 25(3), 197-208.
- Borda, C. A., & Cruz, R. (2004b). Reproducción y reclutamiento del molusco *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) en el Pacífico colombiano. *Revista de Investigación Marina*, 25(3), 185-195.
- Cazali, G. M. (1988). *Inventario de los pelecípodos de la costa Atlántica de Guatemala con énfasis en especies comestibles* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Cedeño, J., Jiménez, M., Pereda, L., & Allen, T. (2010). Abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Bocaripo, Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58(3), 213-226.
- Colwell, R. K. (2013). *EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples*. Version 9. Persistent URL purl.oclc.org/estimates.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Guatemala: Autor.
- Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. (2015). *Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes*. Tampa Bay: Mediterranean Wetlands Observatory.

- Cruz, R. A., & Jiménez, J. A. (1994). *Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central*. Heredia, Costa Rica: Editorial Fundación Universidad Nacional de Costa Rica.
- Duncan, R. S., & Szelistowski, W. A. (1998). Influence of puffer predation on vertical distribution of mangrove littorinids in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Oecologia*, 117(3), 433-442.
- Environmental Systems Research Institute. (2011). *ArcGIS Desktop: Release 10*. Redlands, CA: Envir. Autor.
- Félix-Pico, E. F., Holguin-Quiñones, O. E., & Escamilla-Montes, R. (2011). *Macroinvertebrados marinos asociados al manglar*. **En:** Los manglares de la Península de Baja California. La Paz Baja California Sur, México: Publicación de divulgación del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste de México.
- Fortunato, H. (2015). Mollusks: Tools in environmental and climate research. *American Malacological Bulletin*, 33(2), 1-15.
- García, P., Franco, I., & García, F. (2013). *Manglares del Sur-Oriente de Guatemala: Descripción biofísica*. Guatemala: Editorial Académica Española.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *OIKOS*, 113(2), 363-375.
- Kamardin, N. N., Ulare, C., & Sangare, M. (2006). Peculiarities of adaptive behavior of mangrove molluscs at the Guinea coast. *Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology*, 42(1), 38-42.
- Lin, H. J., Shao, K. T., Chiou, W. L., Maa, C. J. W., Hsieh, H. L., Wu, W. L., ... Wang, Y. T. (2003). Biotic communities of freshwater marshes and mangroves in relation to saltwater incursions: implications for wetland regulation. *Biodiversity & Conservation*, 12(4), 647-665.
- Márquez, B., & Jiménez, M. (2002). Moluscos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo *Rhizophora mangle*, en el Golfo de Santa Fe, Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 50(3), 1101-1112.
- Miura, O., Frankel, V., & Torchin, M. E. (2011). Different developmental strategies in geminate mud snails, *Cerithideopsis californica* and *C. pliculosa*, across the Isthmus of Panama. *Journal of Molluscan Studies*, 77, 255-258. doi:10.1093/mollus/eyr012

- Monserate, L., Medina, J. F., & Calle, P. (2009). *Estudio de condiciones físicas, químicas y biológicas en la zona intermareal de dos sectores del Estero Salado con diferente desarrollo urbano* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
- Moreno, C. E., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1249-1261.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico Centro-Oriental Volumen I*. Roma: Autor.
- Ortíz, L. F., & Blanco J. F. (2011). Distribución de los gasterópodos del manglar, *Neritina virginea* (Neritidae) y *Littoraria angulifera* (Littorinidae) en la Ecorregión Darién, Caribe colombiano. *Revista de Biología Tropical*, 60(1), 219-232.
- Parker, L. M., Ross, P. M., O'Connor, W. A., Pörtner, H. O., Scanes, E., & Wright, J. M. (2013). Predicting the response of molluscs to the impact of ocean acidification. *Biology*, 2(1), 651-692.
- Pielou, E. C. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*, 13, 131-144. doi: 10.1016/0022-5193(66)90013-0
- Prado Castro, L. M. (2001). *Estudio comparativo de la densidad y la estructura de la población de la macrofauna béntica de la zona intermareal de tres manglares de la costa Pacífica de Guatemala* (Tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Prado Castro, L. M., Cazali Escobar, G. M., Palomo Muñoz, M. G., Monzón Gómez, V. E., Sandoval Ortiz, A. P., & Gómez Ibarra, A. A. (2007). *Sistema guatemalteco de información sobre biodiversidad (SGIB), Fase II: moluscos*. Guatemala: Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Quiceno, P. A., & Palacio, J. A. (2008). Aporte al conocimiento de los macroinvertebrados asociados a las raíces del mangle *Rhizophora mangle* en la ciénaga la Boquilla, municipio de San Onofre, Sucre. *Gestión y Ambiente*, 11(3), 67-78.
- Reid, D. G., Dyal, P., Lozouet, P., Glaubrecht, M., & Williams, S. T. (2008). Mudwhelks and mangroves: The evolutionary history of an ecological association (Gastropoda:

- Potamididae). *Molecular phylogenetics and evolution*, 47, 680-699. doi:10.1016/j.ympev.2008.01.003.
- Reyes, R., & Campos, N. H. (1992). Moluscos, anélidos y crustáceos asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* Linnaeus, en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. *Caldasia*, 17(1), 133-148.
- Roldán, G., & Ramírez, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. (2a. ed.). Antioquía, Colombia: Editorial Universitaria de Antioquía.
- Ronnback, P. (1999). The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological economics*, 29(2), 235-252.
- Ruano, S. R. (2000). *Identificación taxonómica de moluscos bivalvos y gasterópodos presentes en el rompeolas de la dársena de Puerto Quetzal, Escuintla*. Licenciado en acuicultura. Guatemala: USAC.
- Ruíz, M., & López-Portillo, J. (2014). Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del mangle rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1309-1330.
- Satheeshkumar, P., & Basheer, A. (2012). Influence of environmental parameters on the distribution and diversity of molluscan composition in Pondicherry mangroves, southeast coast of India. *Ocean Science Journal*, 47(1), 61-71.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. Illinois, United States of America: University of Illinois Press Urbana.
- Silva, A. M., & Bonilla, R. (2001). Abundancia y morfometría de *Anadara tuberculosa* y *A. similis* (Mollusca: Bivalvia) en el Manglar de Purruja, Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 49(2), 315-320.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (2013). *Sistema de clasificación de suelos*. Recuperado de <http://www.unilibresoc.edu.co/mecsuelos/htm/cap4/42.htm>
- Skilleter, G. A., & Warren, S. (2000). Effects of habitat modification in mangroves on the structure of mollusk and crab assemblages. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 244(1), 107-129.
- Unión Mundial para la Naturaleza, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, & Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2001). *Inventario Nacional de*

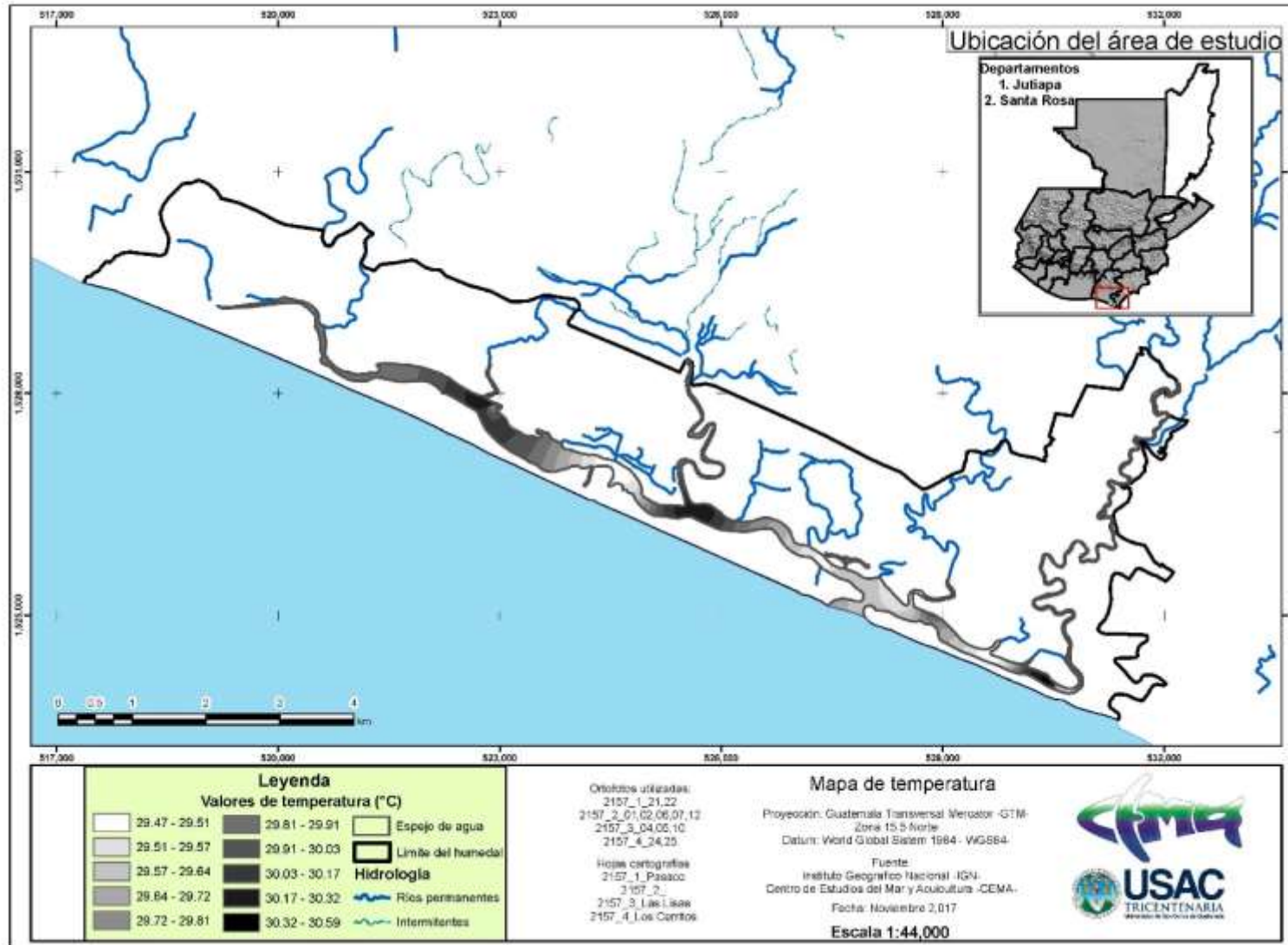
- los Humedales de Guatemala*. M. Dix, & J. F. Fernández (Eds.). San José, Costa Rica: Autor.
- Vásquez, D., & Muñoz, J. (2000). *Identificación de peces, moluscos y crustáceos en las zonas estuarinas del Chapetón-Santa Rosa, Sipacate-Escuintla y Laguna la Colorada-Retalhuleu, Guatemala* (Tesis de nivel técnico). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Vilardy, S., & Polanía, J. (2002). Mollusk fauna of the mangrove root-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence. *Wetlands Ecology and Management*, 10(1), 273-282.
- Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R. R., & Lara-Domínguez, A. L. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques*, 4(2), 3-19.
- Yu, R. Q., Chen, G. Z., Wong, Y. S., Tam, N. F. Y., & Lan, C. Y. (1997). Benthic macrofauna of the mangrove swamp treated with municipal wastewater. *Hydrobiologia*, 347(1), 127-137.
- Zvonareva, S., Kantor, Y., Li, X., & Britayev, T. (2015). Long term monitoring of Gastropoda (Mollusca) fauna in planted mangroves in central Vietnam. *Zoological studies*, 54(39), 1-16.

9. Anexos

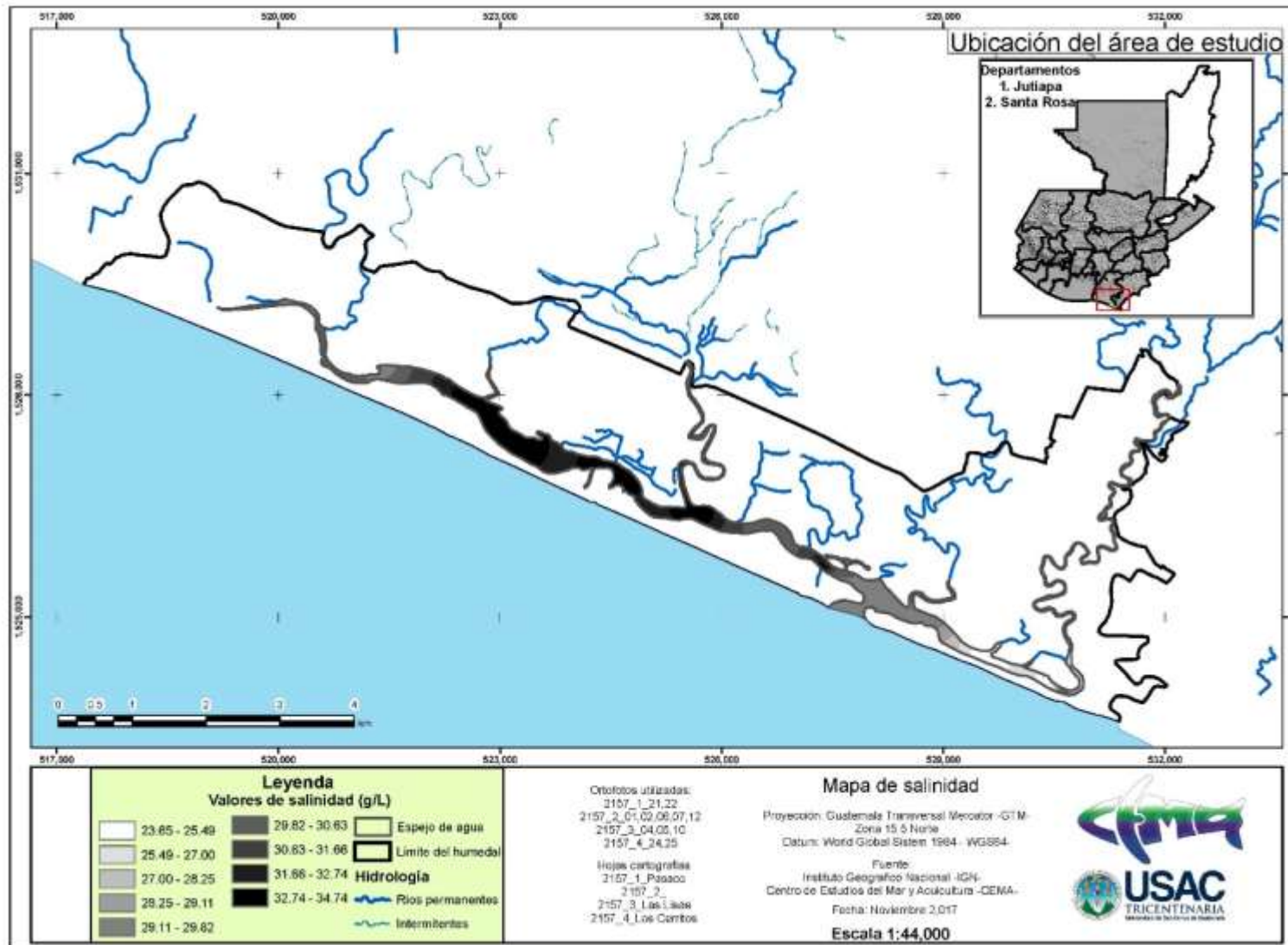
Anexo 1

Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona

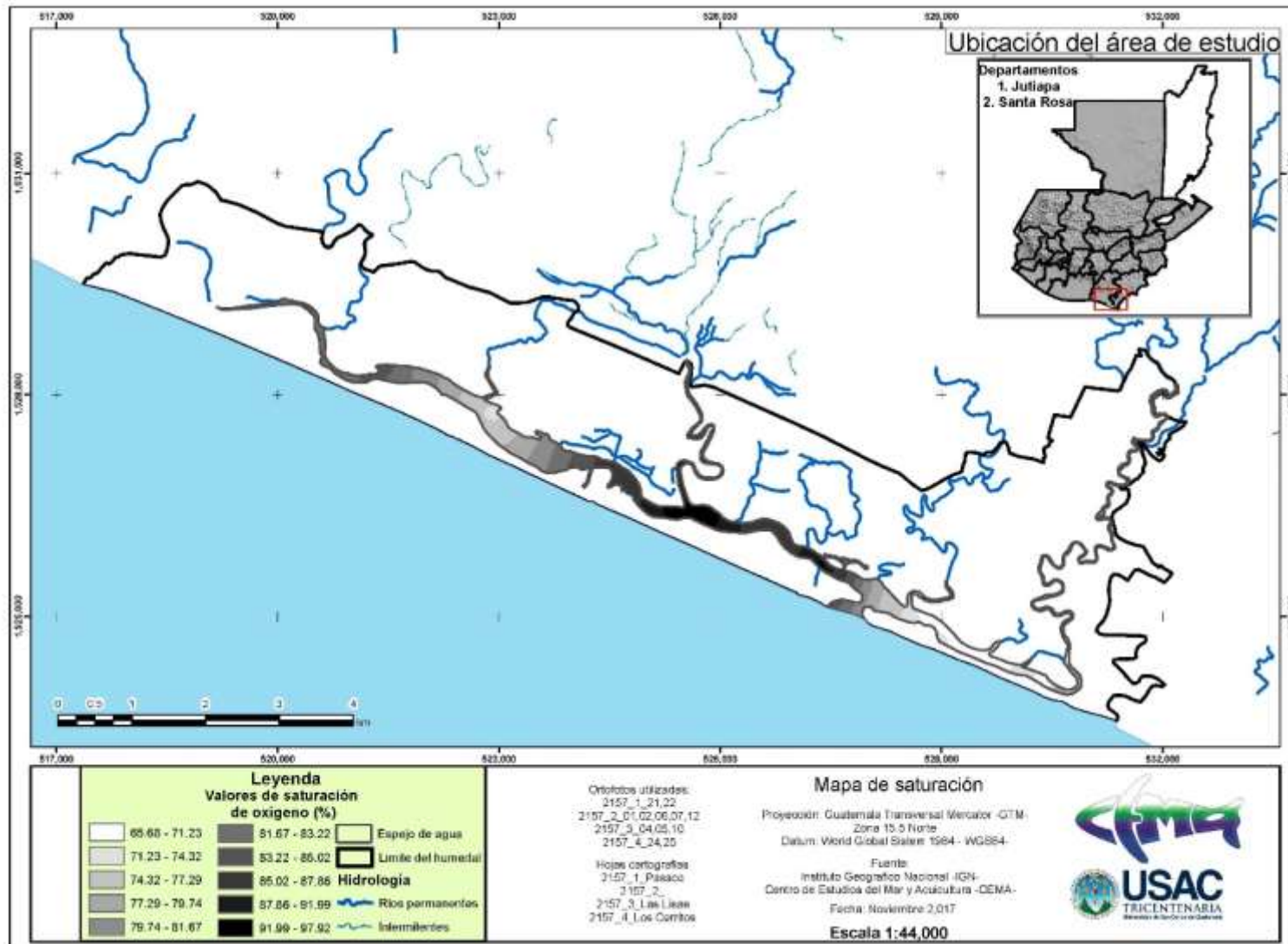
Sitio	N	W
Río Viejo adentro	13°47'45''	90°13'51.9''
El Ahumado Garón	13°49'04.4''	90°17'18.6''
El Ojeado	13°48'37.1''	90°16'20.5''
La Barrona	13°46'52.4''	90°12'33.9''
Entrada La Barrona	13°46'59.2''	90°12'38.2''
Playa El Jote	13°47'00''	90°13'8.2''
La Palomera	13°47'11.1''	90°13'33.6''
Río Viejo afuera	13°47'36''	90°13'59''
Barra El Jote	13°47'51''	90°14'44.6''
Las Lisas	13°48'16.9''	90°15'45.9''



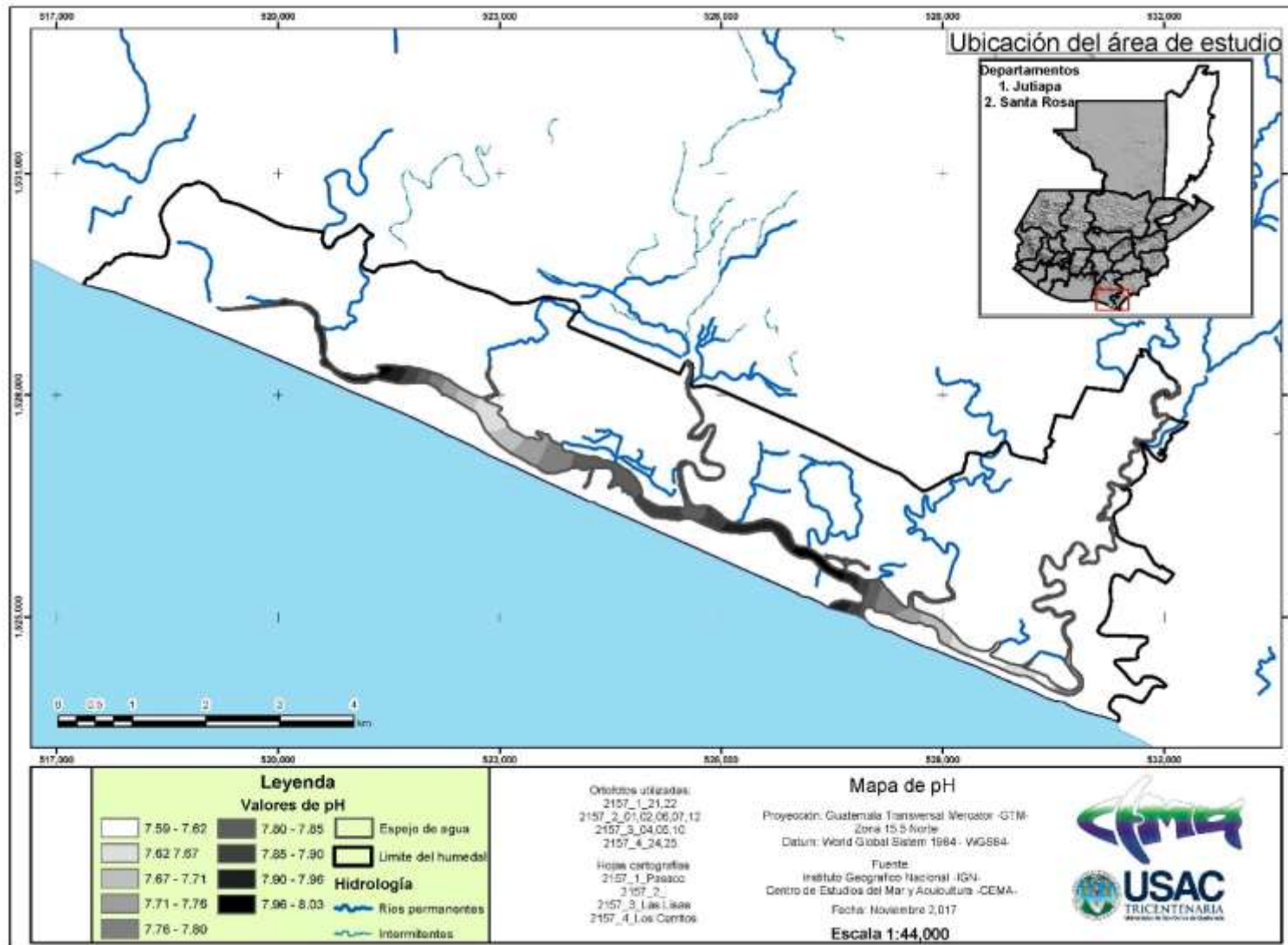
Anexo 2. Temperatura superficial del humedal Las Lisas-La Barrona



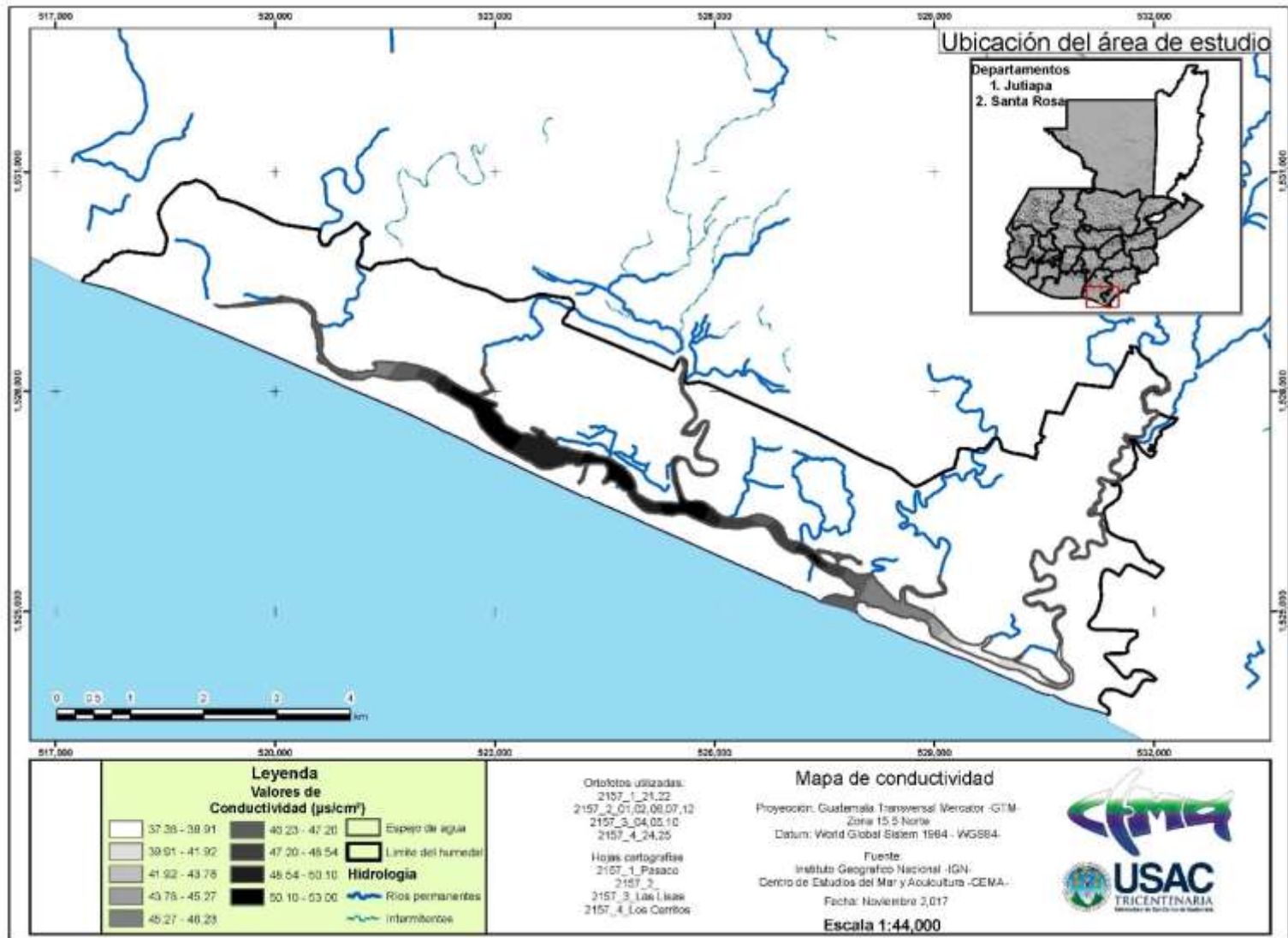
Anexo 3. Salinidad del humedal Las Lisas-La Barrona



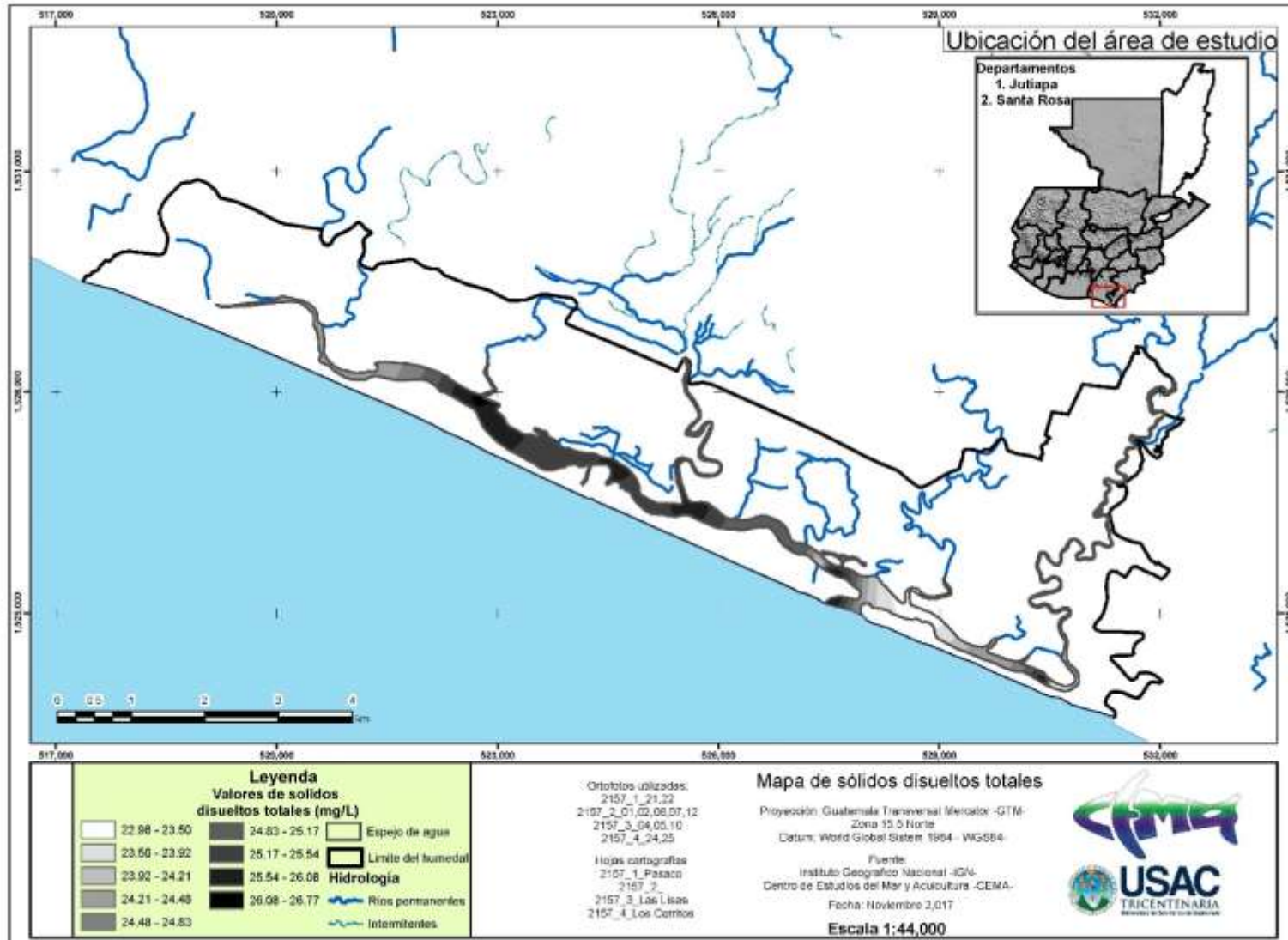
Anexo 4. Saturación de oxígeno del humedal Las Lisas-La Barrona



Anexo 5. Potencial de hidrógeno del humedal Las Lisas-La Barrona



Anexo 6. Conductividad eléctrica del humedal Las Lisas-La Barrona



Anexo 7. Sólidos disueltos totales del humedal Las Lisas-La Barrona