

Diversidad malacológica del humedal marino-costero Las Lisas-La Barrona en el Pacífico de Guatemala

Malacological diversity of the Las Lisas-La Barrona marine coastal wetland in the Pacific of Guatemala

José R. Ortiz-Aldana*, Rebeca M. Martínez-Dubón¹

Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (Cema),
Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac)

*Autor al que se dirige la correspondencia: joseortiz@profesor.usac.edu.gt

Recibido: 20 de junio 2019 / Revisión: 23 de octubre 2019 / Aceptado: 06 de junio 2020

Resumen

Los moluscos son uno de los grupos faunísticos dominantes en ambientes estuarinos con bosque de manglar como el humedal Las Lisas-La Barrona. Forman parte de la transferencia de energía a través de las redes tróficas y contribuyen a la estructuración de los hábitats bénticos. El humedal Las Lisas-La Barrona se ubica en el litoral Pacífico de Guatemala. Se determinó la diversidad de la comunidad de moluscos, así como su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua. Se realizaron ocho muestreos (enero a agosto) en 2017, utilizando parcelas con un área de 16 m² en seis sitios de bosque de manglar y cuatro sitios en el canal estuarino, distribuidos en el humedal. La riqueza de moluscos del humedal está comprendida por 26 especies correspondientes a 18 familias y 22 géneros. Las especies más abundantes de gasterópodos fueron *Cerithideopsis californica* (Adams, 1852) y *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) y de bivalvos *Ilioichione subrugosa* (Wood, 1828) y *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829). Los sitios correspondientes a bosque de manglar presentaron una mayor cantidad de moluscos, principalmente gasterópodos. La distribución de las especies dominantes, no está dada por los factores fisicoquímicos del agua, pudiendo ser otros factores como la disponibilidad de hábitat y alimento los que rijan su distribución dentro del humedal. Algunos factores como la 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 Las Lisas-La Barrona un área muy diversa en cuanto a especies de moluscos.

Palabras claves Gasterópoda, bosque de manglar, *Cerithideopsis californica*, *Littoraria fasciata*, *Ilioichione subrugosa*

Abstract

Molluscs are one of the dominant faunistic groups in estuarine environments with mangrove forests such as the Las Lisas-La Barrona wetland. They are part of the transfer of energy through trophic networks and contribute to the structuring of the benthic habitats. The Las Lisas-La Barrona wetland is located on the Pacific coast of Guatemala. The diversity of the mollusk community, as well as its relationship with the physicochemical parameters of the water was determined. Eight samplings were carried out (January to August) in 2017, using parcels with an area of 16 m² in six mangrove forest sites and four sites in the estuarine channel, distributed along the wetland. The mollusk richness of the wetland is comprised of 26 species corresponding to 18 families and 22 genera. The most abundant species of gastropods were *Cerithideopsis californica* (Adams, 1852) and *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) and bivalves *Ilioichione subrugosa* (Wood, 1828) and *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829). The sites corresponding to mangrove forest, presented a greater amount of mollusks, mainly gastropods. The distribution of dominant species is not given by the physicochemical factors of the water, being able to be other factors such as the availability of habitat and food that govern their distribution within the wetland. Some factors such as the influence of seawater in the wetland, the high concentrations of dissolved oxygen and the slightly basic levels of pH, as well as water quality in general, make the Las Lisas-La Barrona wetland a very diverse area in terms of mollusk species.

Keywords: Gasteropoda, mangrove forest, *Cerithideopsis californica*, *Littoraria fasciata*, *Ilioichione subrugosa*



Introducción

Los moluscos conforman uno de los grupos faunísticos más diversos y abundantes 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 (Ronnback, 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, puede modificarse 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). 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, (2) la zona externa del bosque de manglar y (3) la zona interna del bosque de manglar (Cruz & Jiménez, 1994).

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, Pareda, & Allen, 2010; Márquez & Jiménez, 2002; Reyes & Campos, 1992). De manera general en Guatemala,

las familias con mayor representatividad en cuanto a número de especímenes depositados en colecciones de referencia, son Neritidae, Veneridae, Lucinidae, Bullidae, Donacidae y Olividae (Prado et al., 2007). 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). En el humedal costero Manchón Guamuchal, ubicado en el litoral Pacífico de Guatemala y dominado por bosque de manglar, se han reportado 15 especies de moluscos siendo Arcidae, Veneridae y Carditiidae las familias con mayor número de especies.

En Guatemala la diversidad de moluscos ha sido poco estudiada. El Museo de Historia Natural (Mus-hnat) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (Usac), cuenta con 8,648 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). Surgiendo de esta manera el presente estudio, con base en la necesidad de seguir generando información acerca de la diversidad malacológica de Guatemala.

Materiales y métodos

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 de Guatemala, 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 camaronerías, 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).

Se seleccionaron 10 sitios de muestreo al azar, 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). De los cuales seis correspondían a bosque de manglar, a la orilla del canal estuarino, influenciados por los cambios de las mareas y dominados por *R. mangle* y *Avicennia germinans* L. (RVA, OJE, ELB, PEJ, RVAF y BEL) y cuatro a bancos limo-arenosos sobre el tramo principal del canal mareal, los cuales permanecían inundados de manera permanente, con una profundidad que osciló entre 1 y 2 m (AHG, BAR, LPA y LLI) (Figura 1). Los 10 sitios seleccionados fueron muestreados de manera mensual durante el período de enero a agosto de 2017, llevando a cabo un total de ocho muestreos.

Recolección de organismos y medición de parámetros fisicoquímicos. 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), se fijó un tiempo de muestreo de 45 minutos/persona en el cual se recolectó la totalidad de los organismos encontrados. En el caso de los sitios correspondientes a bosque de manglar, las parcelas fueron ubicadas entre el manglar y el canal estuarino; los organismos fueron tomados de las raíces, tallos y ramas del mangle, así como también del fango dentro de la parcela. En los sitios ubicados en el canal estuarino, la parcela fue ubicada de manera aleatoria en el tramo principal del canal. Debido al estado permanente de inundación de los puntos de muestreo, era necesario sumergirse para poder colectar 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 mínimo nivel taxonómico posible mediante la utilización de guías de identificación de la región (Coan & Valentich-Scott, 2012; Cruz & Jiménez, 1994; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 1995). Los organismos fueron preservados en frascos de vidrio con alcohol etílico al 70% y depositados en la colección de referencia del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura (Cema).

Análisis de la información

La diversidad de la comunidad de moluscos, se calculó mediante la diversidad verdadera a través del número efectivo de especies. Se utilizó la diversidad de orden $q = 1$, lo que significa que 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), así como también la construcción de una curva de acumulación de especies mediante el programa EstimateS Versión 9.1.0 (Colwell, 2013; Moreno, Barragán, Pineda, & Pavón, 2011).

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 un análisis de varianza (ANOVA por sus siglas en inglés) y la prueba de Tukey, para evidenciar diferencias entre sitios y meses de muestreo, mediante el programa InfoStat versión estudiantil.

Se realizó una correlación de Spearman (r) para evidenciar el grado de influencia de los parámetros fisicoquímicos sobre la presencia y abundancia de las especies que componen la comunidad de moluscos. La

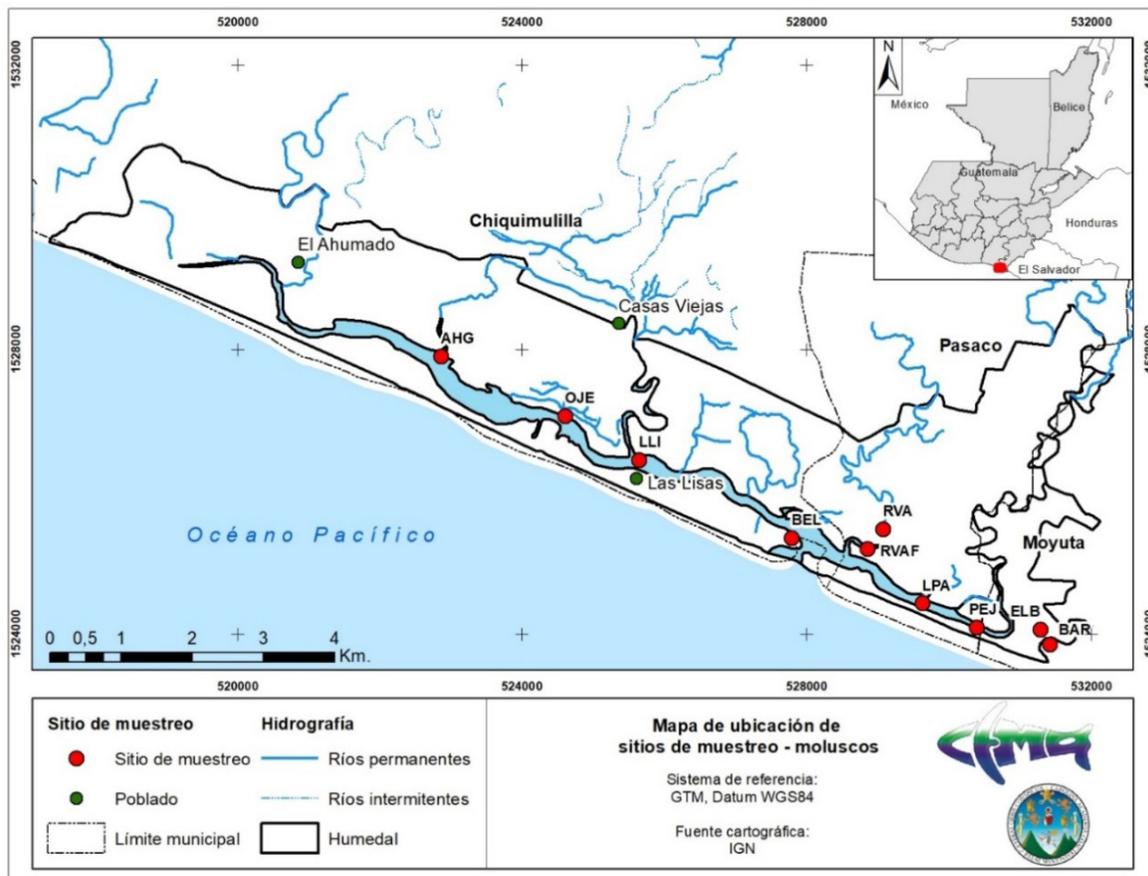


Figura 1. Sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona.

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).

Resultados

Riqueza específica

Se registraron 26 especies de moluscos, 18 especies de bivalvos correspondientes a 11 familias y 15 géneros; ocho especies de gasterópodos correspondientes a siete familias y siete géneros (Tabla 1).

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 2). Las especies que se presentaron en el mayor número de sitios (7) fueron *Cerithideopsis californica* (Adams, 1852), *Littoraria fasciata* (Gray, 1839) y *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833).

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), *Leukoma asperrima* (Sowerby, 1835), *Corbula inflata*, (Adams, 1852), *A. tuberculosa* y *Anadara similis* (Adams, 1852). LPA y LLI (zona estuarina) fueron los sitios donde se presentó el mayor número de especies de moluscos bivalvos. *Anadara perlabiata* (Grant & Gale, 1931), *Ilioichione subrugosa* (Wood, 1828) y *Larkinia grandis* (Broderip & Sowerby, 1829) se regis-

Tabla 1
Moluscos presentes en los sitios de muestreo en el humedal Las Lisas-La Barrona

No.	Especie	Canal estuarino						Bosque de manglar						Total	
		LPA	LLI	AHG	BAR	RVA	RVAF	OJE	BEL	ELB	PEJ				
	Bivalvia														
1	<i>Anadara perlabiata</i>	19	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
2	<i>A. similis</i>	0	0	56	9	3	92	17	27	16	6	6	6	6	226
3	<i>A. tuberculosa</i>	0	0	2	0	3	39	13	24	10	1	1	1	1	92
4	<i>Atrina maura</i>	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
5	<i>Ilioichione subrugosa</i>	235	214	18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	468
6	<i>Corbula inflata</i>	0	0	2	0	2	51	12	44	16	0	16	0	0	127
7	<i>C. tumaca</i>	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
8	<i>Crassostrea corteziensis</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
9	<i>Cyclinella</i> sp.	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	<i>Dosinia dunkeri</i>	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
11	<i>Larkinia grandis</i>	116	127	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	254
12	<i>Iphigenia altior</i>	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
13	<i>Asthenometis asthenodon</i>	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
14	<i>Mytella guyanensis</i>	12	0	2	0	2	2	12	3	0	0	3	0	0	33

Tabla 1 (Continuación)

No.	Especie	Canal estuarino					Bosque de manglar					Total
		LPA	LLI	AHG	BAR	RVA	RVAF	OJE	BEL	ELB	PEJ	
15	<i>Pitar</i> sp.	0	3	0	0	0	0	2	0	0	0	5
16	<i>Polymesoda inflata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
17	<i>Leukoma asperina</i>	6	0	9	0	2	15	12	30	0	0	74
18	<i>Trachycardium procerum</i>	3	38	0	0	0	0	0	0	0	0	41
	Gastropoda											
19	<i>Cerithideopsis montagnei</i>	0	0	0	0	2	0	394	24	0	129	549
20	<i>C. californica</i>	0	0	1	0	200	96	145	273	105	5283	6103
21	<i>Cerithium muscarum</i>	0	0	0	0	4	8	0	0	0	0	12
22	<i>Cylindna</i> sp.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
23	<i>Littoraria fasciata</i>	0	0	40	1	720	22	596	37	180	212	1808
24	<i>Melongena patula</i>	2	4	5	2	0	3	0	4	0	0	20
25	<i>Natica unifasciata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
26	<i>Thaisella kiosquiformis</i>	0	0	1	21	3	0	2	0	169	3	199

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).

Tabla 2

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
	BAR	0	0	2	2	0	1	2	3
Bosque de manglar	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)

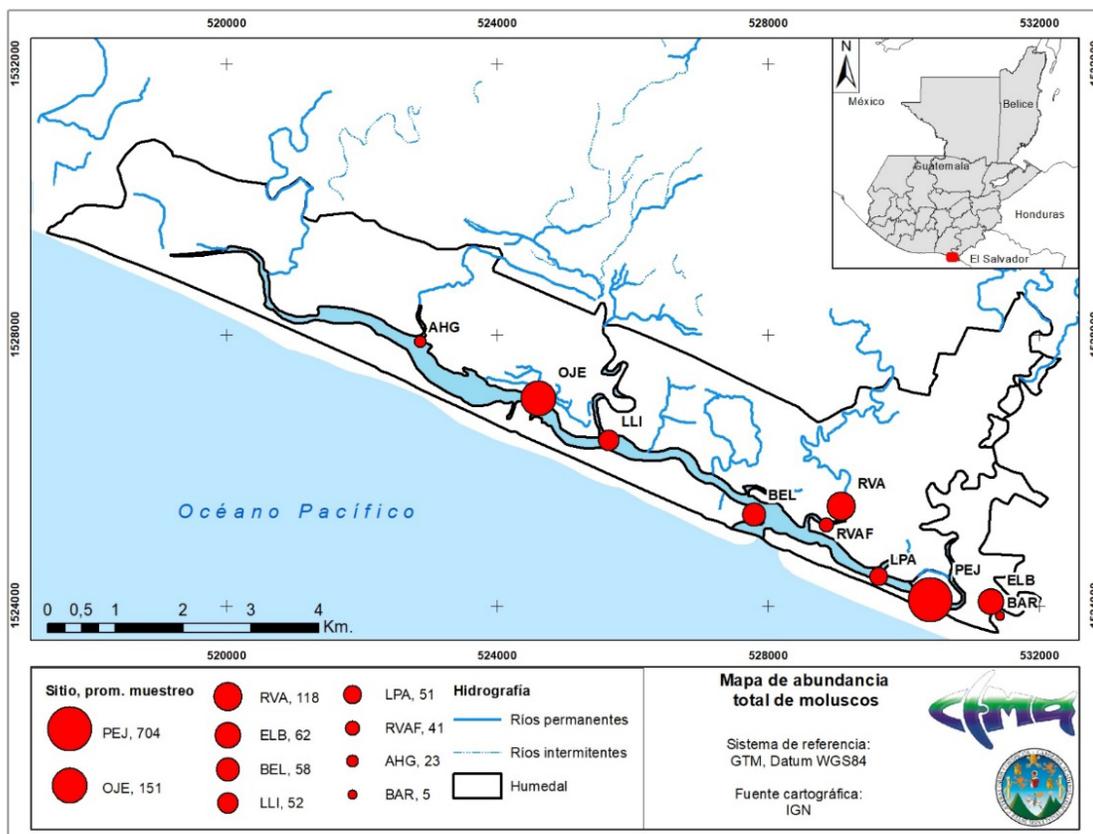


Figura 2. Abundancia de moluscos en el humedal Las Lisas-La Barrona

traron 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.

Abundancia y distribución

Durante el período de muestreo se contabilizaron 10,116 organismos. 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 2). 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 3).

Las especies de moluscos bivalvos más abundantes fueron *I. subrugosa* 4.63 %, *L. grandis* 2.51 % y *A. similis* (2.23 %). Mientras que *Asthenometis asthenodon* (Pilsbry & Lowe, 1932), *I. altior*, *Cyclinella* sp. y *Polymesoda inflata* (Philippi, 1851) presentaron menos del 0.05 % del total de organismos durante todo el período de muestreo. Con respecto a los gasterópodos las tres especies más abundantes fueron *C. californica* 60.33%, *L. fasciata* 17.87% y *C. montagnei* 5.43%. Mientras que el género *Cylichna* sp. y *Natica unifasciata* (Lamarck, 1822) presentaron menos del 0.3% del total de organismos durante el período de muestreo.

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. La curva de acumulación de especies alcanzó la asíntota de la curva, pudiendo determinar que el esfuerzo de muestreo fue suficiente para determinar la riqueza específica de la comunidad de moluscos en el humedal (Figura 3).

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 4).

Parámetros fisicoquímicos del agua

La Tabla 5 muestra los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos del agua. La temperatura promedio se mantuvo entre los 29.55-30.70°C. La saturación de oxígeno fue el parámetro que presentó las mayores variaciones durante el período de muestreo (65.67-97.92 %). 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.

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 (Figura 4). 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 gasterópodos las especies dominantes, principalmente *L. fasciata* y *C. californica*. Así como también valores de los parámetros fisicoquímicos

Tabla 3

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
	BAR	0	0	4	4	0	2	22	7	39
Bosque de manglar	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		1,169	1,620	1,432	1,156	1,166	797	1,263	1,513

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)

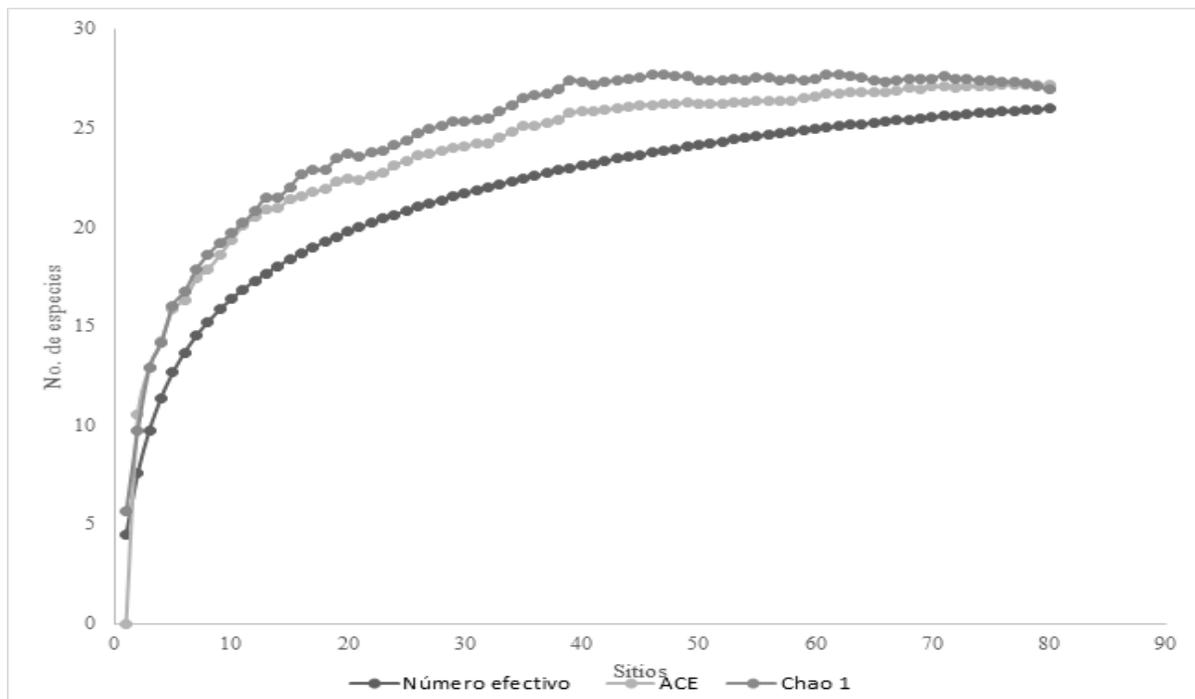


Figura 3. Curva de acumulación de especies observadas y estimadas durante el periodo de muestreo.

Tabla 4

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

Tabla 5

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).

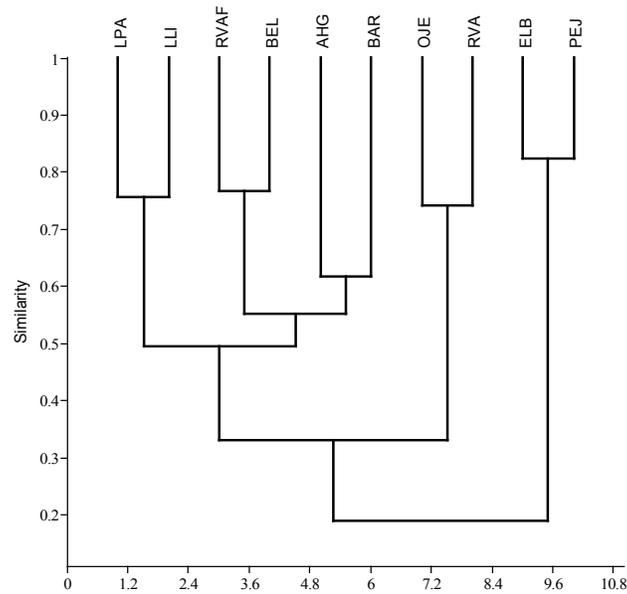


Figura 4. Similitud de Bray-Curtis de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua.

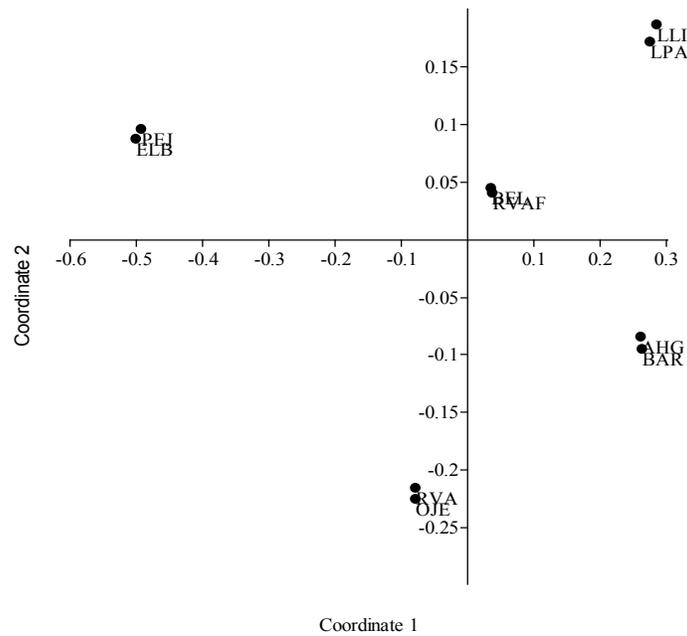


Figura 5. Análisis de escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) de la abundancia de moluscos con los parámetros fisicoquímicos del agua.

Tabla 6
Correlación de la abundancia de las especies de moluscos y los parámetros fisicoquímicos del agua

Especie	Variable fisicoquímica	<i>r</i>	<i>p</i>
<i>Asthenometis asthenodon</i>	Temperatura	0.741	0.0140
<i>Asthenometis asthenodon</i>	Sólidos disueltos totales	0.8090	0.0046
<i>Cerithium muscarum</i>	Sólidos disueltos totales	-0.7007	0.0240
<i>Corbula inflata</i>	Sólidos disueltos totales	-0.7026	0.0234
<i>Anadara tuberculosa</i>	Sólidos disueltos totales	-0.7179	0.0194
<i>Cyclinella</i> sp.	Conductividad eléctrica	0.6963	0.0252
<i>Cyclinella</i> sp.	Salinidad	0.6963	0.0252

similares. Por último, ELB y PEJ fueron sitios de baja diversidad y dominados por gasterópodos, principalmente la especie *C. californica* (Figura 5).

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 (a excepción de *A. tuberculosa*) como *A. asthenodon*, *Cerithium muscarum* (Say, 1832), *C. inflata* y *Cyclinella* sp., con parámetros fisicoquímicos como T, TDS, CE y la salinidad. *P. asthenodon* está asociada a sitios con valores de temperatura y TDS elevados. *C. muscarum*, *C. inflata* y *A. tuberculosa* presentaron una correlación negativa con los TDS. El género *Cyclinella* sp., mostró una relación positiva con la CE y la salinidad (Tabla 6).

Discusión

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; Vilardy & 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 esteno-halino (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 curil *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 & Jiménez, 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).

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 elevada. 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).

En relación a la diversidad, otros ambientes estuarinos han presentado valores para el índice de Shannon-Weaver entre 0.65-1.68 (Arizala, Chilán, Vera, 2017; Monserrate et al., 2009; Satheeshkumar & Basheer Khan, 2012). 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 fuertes interacciones entre las especies y su medio ambiente, elevada complejidad estructural y disponibilidad de hábitats, que proporcionan refugio y áreas de alimentación (Vilardy & Polanía, 2002).

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. 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 bocanarras. 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 OD en el humedal en comparación con las concentraciones reportadas por otros autores (Boix, 2013; García et al., 2013), quienes registraron niveles de OD particularmente bajos en todos los sitios y épocas de muestreo. Este aumento en cuanto a los valores de pH y las concentraciones de OD 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.

De acuerdo a Lin y colaboradores (2003), uno de los obstáculos más importantes en cuanto al manejo y conservación de la biodiversidad en humedales costero-

ros, 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 T, TDS, CE y la salinidad mostraron tener influencia sobre cuatro 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.

Referencias

- 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 de doctorado). 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*. I. Área de trabajo: Humedal Las Lisas, Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa (Inf-2011-027). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura.

- 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, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 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.
- Coan, E. V., & Valentich-Scott, P. (2012) *Bivalve seashells of tropical west America. Marine bivalve mollusks from Baja California to Peru*. Santa Barbara, USA: Santa Barbara Museum of Natural History Monographs.
- Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples (Version 9). Persistent. purl.oclc.org/estimates.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2008). *Guatemala y su biodiversidad: Un enfoque histórico, cultural, biológico y económico*. Guatemala: Autor.
- Cruz, R. A., & Jiménez, J. A. (1994). *Moluscos asociados a las áreas de manglar de la Costa Pacífica de América Central*. Heredia, Costa Rica: 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.
- Félix-Pico, E. F., Holguin-Quñones, O. E., & Escamilla-Montes, R. (2011). Macroinvertebrados marinos asociados al manglar. En E. F. Félix-Pico, E. S. Zaragoza, R. R. Rodríguez, J. L., León de la Luz, *Los manglares de la Península de Baja California. La Paz Baja California Sur, México* (pp. 203-232). México: 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. <https://doi.org/10.4003/006.033.0208>
- García, P., Franco, I., & García, F. (2013). *Manglares del Sur-Orienta de Guatemala: Descripción biofísica*. Guatemala: Editorial Académica Española.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363-375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- 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. <https://doi.org/doi:10.1093/mollus/eyr012>
- Monserrate, 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). Reanálisis 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.
- 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. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>

- org/10.3390/biology2020651
- Prado, 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, San José, Costa Rica.
- Prado, L. M., Cazali, G. M., Palomo, M. G., Monzón, V. E., Sandoval, A. P., & Gómez, A. A. (2007). *Sistema guatemalteco de información sobre biodiversidad (SGIB), Fase II: Moluscos* (22-04). 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.
- 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.
- 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* (Tesis de licenciatura). Guatemala: Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, USAC.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s12601-012-0006-6>
- 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). Centro de Estudios del Mar y Acuicultura, 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. <https://doi.org/10.1023/A:1020167428154>
- 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. <https://doi.org/10.1023/A:1003027520750>
- 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.