

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a crown on top, flanked by two lions. Below the shield, there is a figure on horseback. The shield is supported by two columns. The text 'CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER' is written around the perimeter of the seal.

**“Evaluación del hábitat del manatí
Trichechus manatus manatus Linneaus 1758,
en el Golfo de Honduras”**

Claudia Suseth Romero Oliva

Bióloga

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
ESCUELA DE BIOLOGIA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a figure on horseback, a crown above, and various symbols. The shield is flanked by two pillars. The text 'CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS' is written around the perimeter of the seal.

**“Evaluación del hábitat del manatí
Trichechus manatus manatus Linneaus 1758,
en el Golfo de Honduras”**

Claudia Suseth Romero Oliva

Bióloga

Guatemala, mayo de 2007

JUNTA DIRECTIVA

Decano: Óscar Manual Cóbar Pinto, Ph.D.

Secretaria: Lic. Pablo Ernersto Oliva Soto

Vocal I: Licda. Lillian Raquel Irving Antillón, M.A.

Vocal II: Licda. Liliana Vides de Urizar

Vocal III: Licda. Beatriz Eugenia Bátres de Jiménez

Vocal IV: Br. Ángel Damián Reyes Valenzuela

Vocal V: Br. Ángel Jacobo Conde Pereira

DEDICATORIA

Dedico primeramente este logro a Dios quien me ha acompañado en todo momento siendo esa luz, esperanza y fe interminable quién ha mostrado su grandeza y misericordia en mi vida en todo momento.

A mi familia, por creer, comprender, apoyar y sobre todo por tener paciencia; por ser los pilares y mi ejemplo en todo momento. Por darme la seguridad, amor, comprensión y aliento en los momentos difíciles. Por permitirme ver más allá de lo pensable y creer en mi en todo momento. A mis papás José y Blanqui; por amarme incondicionalmente y dejarme soñar con libertad. A mis hermanas Melina y Rocio por demostrarme en todo su amor y admiración. A mis sobrinos Fabito y Nataly quienes a diario me inspiran a ser una mejor persona. A mis tíos Cony, Delfi, Mauricio, Carlos, Gustavo, Mimi, Tere y Julio quienes han aplaudido mis logros y han estado conmigo en todo momento. También a Julio, Vivi, Mau, Alex, Ximena, Toño, Edgar, Caíto, Raulito, Gustavo, Rober, Beatriz, Daniela y Poch por llenar mi vida de alegría. A mis abuelitos Carlos y Blanca, quienes siempre me han dado amor y a quienes espero honrar siempre.

En especial se lo dedico a mi abuelita Chaíto, a quién siempre admiré y sé que está conmigo en estos momentos.

A mis amigos con quienes caminé y aprendí en los alegres tiempos de la U. En especial a Luis, Carmen, Karlita, Bárbara, Inga, Ligia, Marta y Meches; con quienes compartí más que un salón de clases, compartí las mejores experiencias de mi vida. A mis hermanos y colegas biólogos, Rox, Maura, Ligia, Sandy, Mónica, Roberto, Alejandro, Negro, Oscar, George y a mis compañeros y compañeras de promoción con quienes espero forjar un futuro diferente de manera que la Biología además de ser el trayecto emocionante y retador que es, permita ser una de las soluciones que nuestro país necesita y para que luchemos por esa realidad que en tantas ocasiones hemos soñado.

Por último, a mi país al cual amo y deseo retribuir con mi trabajo y esfuerzo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por el regalo de la vida, pasión y fuerzas que me regala en todo momento.

A mi familia por el apoyo y amor incondicional. A mis amigos Luis, Doris, Neto, Eber, Sil, Fredy, Hermano Carlos y Hermana Magda de quienes he recibido consejo y han estado en todo momento a los cuales quiero admiro grandemente.

Especialmente a CISP y al Proyecto Protección y Manejo Regional de los Recursos Marino-Costeros en el Golfo de Honduras. AIDCO/B7-6200/01/0373/ENV on fondos de la Unión Europea, conformado por el excelente equipo, Melvin Teni, Charles Dixon, Melvin Rodríguez, Silvia, Antonio, Edwin, Pasquale Totaro, Vilma Ortiz, Juan Ramón Pocón y Justo Román Rodríguez, quienes me permitieron incorporar las herramientas adquiridas en la Universidad en el campo de la conservación, confiaron enteramente y de quienes debo una de las experiencias más increíbles de mi vida. En especial a Enrique por ser parte esencial de todo esto y ayudarme grandemente en el proceso técnico quien además de ser un excelente colega es un amigo para la vida.

A mis asesoras y expertas Caryn Self-Sullivan (Belice), Nicole Auil (Belice), Ester Quintana-Rizzo (Guatemala) y Dulce Bustamante (Guatemala), por luchar día a día por la conservación del manatí y por aportar sus ideas en este proyecto.

Al Equipo Trinacional para la Conservación del Manatí y a las organizaciones a las cuales representan por creer y apoyar las actividades de conservación del manatí en el Golfo de Honduras.

GUATEMALA		
Ministerio de Ambiente	Autoridad para el Manejo Sostenible de la Cuenca del Lago de Izabal y Río Dulce-AMASURLI	Jose Robledo y Maritza Aguirre
Fundación Defensores de la Naturaleza	Refugio de Vida Silvestre Bocas de Polochic	Heidy García, Byron Mollinedo y Herman Rodríguez
Centro de Estudios Conservacionistas	Biotopo para la Conservación del manatí Chocón-Machacas	Mario Cobos y Oscar Núñez
Fundación Mario Dary	Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique	Ana Beatriz Rivas, Carlos Mechel
Fundaeco CONAP	Capitulo Costas,Livingston Central	Romeo Leiva y Cleopatra Méndez Franklin Herrera

Universidad de San Carlos	Parque Nacional Río Dulce Escuela de Biología	Octavio Molina, Luis Daniel, Alejandro Fuentes
HONDURAS		
Cuerpos de Conservación de Omoa Municipalidad de Puerto Cortés. Unidad de Gestión Ambiental Fundación para la Protección	Área de Protección Especial Omoa- Baracoa Puerto Cortés, Cortés Parque Nacional Jeannette Kawas Parque Nacional Punta Izopo	Karen Escobar, Fany, Gustavo Cabrera Axcel Sandoval. Sandra Pineda, Héctor Sánchez Héctor Sánchez
BELICE		
Toledo Institute for the Research and Development	Reserva Marina Puerto de Honduras	Marlon Williams, Juan Chub,

A mis asesores Jorge Ervin López, Julio Morales y Claudio Méndez por enseñarme tanto. A Normita, Sandrita, Almita y Mirla por su ayuda. A mi escuela y catedráticos por darme las herramientas y seguridad de luchar por mi país en pro de la Biología.

Los datos y resultados se encuentran dentro del marco del Proyecto Protección y Manejo Regional de los Recursos Marino-Costeros en el Golfo de Honduras AIDCO/B7-6200/01/0373/ENV, con fondos de la Unión Europea; como parte del componente: Plan de Acción para el Desarrollo del Monitoreo para la Conservación del Manatí (*Trichechus manatus manatus*) en el Golfo de Honduras 2005.



PROYECTO PROTECCIÓN Y MANEJO REGIONAL DE LOS RECURSOS MARINO-COSTEROS EN EL GOLFO DE
HONDURAS
AIDCO/B7-6200/01/0373/ENV

Prot. GUA E/30/07/mt

Guatemala, 07 de mayo de 2007

A quien interese:

El Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Popoli –CISP- por medio del “*Proyecto Protección y Manejo Regional de los Recursos Marino-Costeros en el Golfo de Honduras. AIDCO/B7-6200/01/0373/ENV*”, con fondos de la Unión Europea, como parte del componente ambiental requirió del trabajo técnico de la Srita. Claudia Suseth Romero Oliva. Dentro de las actividades requeridas se incluyó la ejecución de actividades en los tres países del Golfo de Honduras en pro de la conservación de los ambientes costeros y de agua dulce. Esto se llevó a cabo a través del estudio científico de la evaluación del hábitat del manatí, mediante el trabajo en conjunto con diferentes organizaciones en Guatemala, Honduras y Belice.

Por lo anterior, autorizo el uso de los datos y mapas generados durante la ejecución de dicho componente dentro del proyecto anteriormente mencionado, para ser utilizados en el proyecto de tesis de la Srita. Romero, siempre y cuando se den a conocer los créditos respectivos.

Atentamente,



Melvyn Allan Teni Cu
Coordinador País
CISP Guatemala

CISP
COMITATO INTERNAZIONALE
PER LO SVILUPPO DEI POPOLI



INDICE

INDICE	1
INDICE DE ANEXOS	3
ABREVIATURAS Y ACRONIMOS.....	3
RESUMEN	5
1. INTRODUCCION.....	6
2. ANTECEDENTES.....	7
2.1 FORMACIÓN GEOLÓGICA	7
2.1.1 Golfo de Honduras	7
2.1.2 Guatemala.....	8
2.1.3 Honduras	9
2.1.4 Belice	9
2.2 ESTUDIOS ANTERIORES REALIZADOS EN EL GOLFOCD DE HONDURAS.....	9
2.2.1 Estudios biológicos del Golfo de Honduras	9
2.2.2 Estudios de distribución de las poblaciones de manatíes en el Golfo de Honduras	10
2.3 VEGETGACIÓN CARACTERÍSTICA DEL GOLFO DE HONDURAS (MACROFITAS ACUATICAS: CONTINENTALES Y MARINAS).....	12
2.4 SITIOS DE ESTUDIO	13
2.4.1 Guatemala	14
2.4.1.1 Aguas naturales o Continentales:	14
2.4.1.1.1 Lago de Izabal, Izabal.	14
2.4.1.1.2 Río Dulce, Izabal	14
2.4.1.1.3 El Golfete, Izabal	15
2.4.1.2 Aguas Marinas (Costa Atlántica).....	16
2.4.2 Honduras	16
2.4.2.1 Aguas Naturales o Continentales.....	16
2.4.2.1.1 Laguna de Jaloa, Omoa	16
2.4.2.1.2 Río Tulián, Cortés	17
2.4.2.1.3 Río Tinto, Atlántida	17
2.4.2.1.4 Río Lean, Atlántida.....	18
2.4.2.2 Aguas Marinas	18
2.4.2.2.1 Punta Sal, Atlántida	18
2.4.2.2.2 Punta Izopo, Atlántida	19
2.4.3 BELICE (ÁREAS MARINAS)	19
2.4.3.1 Cayos y ecosistemas marinos	19

2.4.3.2	Sistema Lagunar Costero: Laguna de Placencia, Toledo	20
3.	JUSTIFICACIÓN	22
4.	OBJETIVOS.....	23
4.1	GENERAL	23
4.2.	ESPECIFICOS	23
5.	HIPOTESIS.....	24
6.	MATERIALES Y METODOS.....	25
6.1	MATERIALES.....	25
6.1.1	Universo de Trabajo	25
6.1.2	Muestra.....	25
6.2	METODO.....	25
6.2.1	Diseño Experimental	25
6.2.1.1	Variable Independiente.....	25
6.2.1.1.1	Hábitat.....	25
6.2.1.1.2	Variables de respuesta o Independientes:	26
6.2.2	ANALISIS ESTADISTICOS UTILIZADOS.....	29
6.2.2.1	CARACTERIZACION DE PARAMETROS BIOECOLOGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGENICAS.....	29
6.2.2.1.1	CALIDAD DEL AGUA (Nutrientes, metales pesados, parametros fisicoquimicos, concentracion de oxigeno y % de oxigeno disuelto).....	29
6.2.2.1.2	Microbiológicos (E. coli y Coliformes Totales) Intervenciones antropogenicas.	30
6.2.2.2	VEGETACION ACUATICA SUMERGIDA, EMERGENTE E INUNDABLE (Parámetros Bioecológicos)	30
6.3	TECNICAS UTILIZADAS DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACION	32
6.3.1	TOMA DE DATOS Y ANALISIS DE LAS MUESTRAS: INTERVENCION ANTROPOGÉNICA Y DATOS BIOECOLOGICOS	32
6.3.1	PARAMETROS FISICOQUIMICOS, NUTRIENTES Y METALES PESADOS.....	32
6.3.2	VEGETACION.....	32
6.3.3	ENSAYOS MICROBIOLOGICOS	33
7.	RESULTADOS	34
7.1	CARACTERIZACION DE PARAMETROS BIOECOLOGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGÉNICAS DEL HABITAT DEL MANATI.....	34
7.1.1	VALORES PROMEDIO DE CALIDAD DEL AGUA.....	34
7.1.1.1	Análisis Estadístico	39
7.2	VEGETACION ACUATICA SUMERGIDA, EMERGENTE E INUNDABLE.....	51
7.2.1	Análisis Estadístico Realizado	55
8.	DISCUSION DE RESULTADOS	61

	<i>CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOECOLÓGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGÉNICAS.....</i>	<i>61</i>
	<i>CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICION DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA FLOTANTE Y EMERGENTE.....</i>	<i>63</i>
	<i>COMPARACIÓN ENTRE CONDICIONES (CONTINENTAL Y MARINA) EN LOS SITIOS DE PRESENCIA (PME) Y AUSENCIA (CTR) DE MANATÍES EN EL GOLFO DE HONDURAS.....</i>	<i>65</i>
9.	CONCLUSIONES	68
10.	RECOMENDACIONES	70
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.....	72
12.	ANEXOS	79

INDICE DE ANEXOS

Anexo A:	Puntos de muestreo experimental y controles de Guatemala.....	80
Anexo B:	Puntos de muestreo experimental y controles de Honduras	81
Anexo C:	Puntos de muestreo experimental y controles de Belice	82
Anexo D:	Base de datos para parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas, época lluviosa, Golfo de Honduras, 2005	83
Anexo E:	Resultados Pruebas de Chi ² y Análisis de Varianza ANDEVA.....	89
Anexo F:	Caracterización por país de los Puntos de Muestreo Experimental y Puntos de Control	91

ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

ACP	Análisis de Componentes Principales
AMASURLI	Autoridad para el Manejo Sostenible de la Cuenca del Lago de Izabal
BIGU	Herbario de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala
CCO	Cuerpos de Conservación de Omoa
CIA	Criterios de Informacion Akaike
CISP	Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Popoli

CITES	Convención Internacional para el Tratado de Especies de Flora y Fauna en Peligro de Extinción (por sus siglas en inglés)
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CTR	Punto de Control
FDN	Fundación Defensores de la Naturaleza
FON	Friends of Nature
FUNDAECO	Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación
FUNDARY	Fundación Mario Dary Rivera
GOH	Golfo de Honduras
MANOVA	Análisis Multivariado de Varianzas (por sus siglas en inglés)
PME	Punto de Muestreo Experimental
PNJK	Parque Nacional Jeannette Kawas
PNPI	Parque Nacional Punta Izopo
PROLANSATE	Fundación para Protección de Lancetilla, Punta Sal y Texiguat
Protocolo SPAW	Protocolo Relativo A Las Áreas Y Flora Y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas Del Convenio Para La Protección Y El Desarrollo Del Medio Marino De La Región Del Gran Caribe Naciones Unidas 1990
RAMSAR	Convención sobre los Humedales, firmada en Ramsar, Irán, en 1971.
RVSBP	Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic
RVSPM	Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique
SAM	Sistema Arrecifal Mesoamericano
TIDE	Toledo Institute for Development of the Environment
TASTE	Toledo Association for Sustainable Tourism and Empowerment
UICN	Unión Mundial para la Conservación
USCG-CECON-USAC	Herbario del Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala

RESUMEN

El hábitat del manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en el Golfo de Honduras, no ha sido estudiado con anterioridad. En la actualidad el Golfo de Honduras presenta una reducción de la calidad del hábitat, lo cual se encuentra relacionado con actividades tales como: turismo, tráfico de embarcaciones, contaminación del hábitat y cacería ilegal. El presente estudio evaluó durante la época lluviosa de 2005 el hábitat del manatí en aguas marinas y continentales del Golfo de Honduras basado en los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores (Janson 1977, Quintana-Rizzo 1993, 2005a, 2006b, Auil 2000 y Rathburn *et. al* 2001) y sitios en los que dichos estudios no han reportado la presencia del manatí (CTR). El diseño experimental incluyó la medición de los valores de: Parámetros Bioecológicos (análisis fisicoquímico¹, nutrientes² y metales pesados³) e Intervenciones Antropogénicas (análisis microbiológico⁴ y caracterización y comparación de la vegetación) en cada uno de los sitios de muestreo. Los resultados fueron comparados en los ambientes marino y continental, basados en la condiciones PME y CTR. Determinando que no existen diferencias significativas entre estas condiciones con respecto a los valores de intervenciones antropogénicas y parámetros bioecológicos en los ambientes marino y continental. A pesar de no encontrar valores por encima de los estándares, por medio de un análisis de componentes principales se determinó que el plomo y pH presentaron variaciones a lo largo de los tres meses de muestreo. El análisis microbiológico demostró una mayor probabilidad de aparición de *Escherichia coli* y Coliformes totales en la condición continental en comparación con la condición marina. Con respecto a la caracterización de la vegetación se estableció que existen diferencias significativas en la condición marina para la variable de densidad de especies en Honduras y Belice y no así para Guatemala. Mientras que la variable biomasa de peso seco presentó diferencia significativa entre los sitios de presencia y ausencia de manatí en la condición continental para Guatemala únicamente. El Golfo de Honduras presentó similitud entre comunidades vegetales de la condición marina durante la época lluviosa de 2005.

¹ temperatura, pH, conductividad, oxígeno disuelto, porcentaje de oxígeno disuelto, total de sólidos disueltos y turbidez y salinidad

² amonio, nitratos, nitritos, ortofosfatos y fosfatos

³ hierro, manganeso, cinc, cromo y plomo

⁴ Coliformes totales y *Escherichia coli*

1. INTRODUCCION

El Golfo de Honduras abarca las costas atlánticas y aguas continentales de tres países centroamericanos: Belice, Guatemala y Honduras. Este presenta: arrecifes coralinos, parches de gramas marinas, aguas continentales (dulceacuícolas y estuarinos) y bosque de manglar (Ariola, 2003). En el área se cuenta la presencia del manatí, el cual presenta un rango de distribución del Caribe Oeste, desde la parte central de México hasta el sur de Colombia (Rathburn, *et al.* 1983). Esta especie ha sido declarada en peligro de extinción y por lo tanto se encuentra incluida en el apéndice I de la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en el Libro Rojo para mamíferos de la Unión Mundial para la Conservación (UICN) es denominada vulnerable (UICN, 2001). Los únicos estudios realizados para el área, son un sondeo aéreo (Auil, 2000) y un segundo basado en encuestas (del Valle, 2000). El presente estudio se realizó con el fin de conocer algunas características de hábitats continentales y costeros de distribución del manatí, por medio del establecimiento de 34 puntos experimentales con condiciones ecológicas similares pero que diferían en que en anteriores estudios se ha reportado la presencia del manatí y en otros no se ha reportado la presencia de este. Se midieron parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas los cuales incluyeron el análisis fisicoquímico, nutrientes, metales pesados, análisis microbiológico, en aguas marinas y continentales, además de la caracterización y comparación de la vegetación y posteriormente se relacionaron dichas variables con el factor de los sitios donde ha sido reportada la especie en estudios anteriores (PME) y donde no (CTR). La condición continental incluyó: Lago de Izabal, El Golfete, Río Dulce en Guatemala; Río Chiquito, Laguna de Jaloa, Río Tulián, Río Tinto y Río Lean en Honduras y la marina las costas de atlánticas de Guatemala, Honduras y Belice, durante la época lluviosa de 2005. No se determinó diferencias significativas entre los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) del manatí en las dos condiciones (marina y continental) para las variables de calidad del agua. Sin embargo, se presentaron diferencias en las variables de vegetación; en donde los sitios de la condición continental son mas diversos, presentan mayor densidad y biomasa seca, en comparación con los sitios de la condición marina; mientras que la composición de la vegetación es similar en la condición marina de los tres países del Golfo de Honduras.

2. ANTECEDENTES

2.1 FORMACIÓN GEOLÓGICA

2.1.1 Golfo de Honduras

Siguiendo la teoría de la deriva continental propuesta por Wegener, los primeros indicios de la región mesoamericana no ocupaban su ubicación actual. (Stinnesbeck *et al.* 1997). El puente que surgió e interconectó a las dos secciones de América se originó por la actividad ígnea proveniente de la placa Caribe dando origen a las Protoantillas, lo que posteriormente fue la región centroamericana. Su movimiento y posterior consolidación como puente es provocado por la convergencia de las placas tectónicas de Nasca, Cocos (al Oeste) y de Norteamérica. Esta formación se da durante el Plioceno-Pleistoceno. Sin embargo, son dos formaciones o puentes los que se originan, uno anterior al descrito se da durante el Cretácico temprano, siendo evidencia de esto las cordilleras montañosas del pacífico mexicano y las montañas centrales de Guatemala. Mediante el desplazamiento de la placa de Norteamérica, en sentido opuesto y paralelo a la placa del Caribe; se origina la falla Polochic-Motagua. En la región del Golfo de Honduras esta es la falla predominante y de la cual surge dicha área (Stinnesbeck *et al.* 1997).

La geología de la región del Golfo de Honduras es compleja ya que se encuentra situada en un área de placas tectónicas activas: fuertemente sísmicas y con alto vulcanismo. La porción marina refleja la presencia activa de dinámicas marinas, incluyendo procesos de subducción y colisión de tectónicas. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995). El vulcanismo en la sección de Belice cercana al Golfo presenta una formación de barrera de arrecifes coralinos de más de 200 km de extensión, la cual se proyecta en la línea costera del caribe de acuerdo al patrón de oleaje presente para el área.

Las corrientes marinas generalmente se encuentran relacionadas con los numerosos ríos presentes en Belice, los cuales proveen del sedimento en la línea costera.

En Guatemala una sección más plana es característica, siendo resultado de los procesos de circulación de agua de las corrientes marinas, no permitiendo el establecimiento de arrecifes coralinos. El transporte de sedimentos, provenientes de los ríos en la región de Bahía de Amatique, presenta una dirección sur. De manera que la deposición litoral es relativamente baja. (GEF-BID, 2003) La presencia de huracanes son el principal y la constante contribuyente de los sedimentos presentes para la región del Golfo de Honduras. Afortunadamente, los ríos guatemaltecos y hondureños proveen de los sedimentos presentes en la costa, de manera que la añadidura costera domina sobre la erosión. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995). En cuanto a la formación y características de la región costera de cada uno de los países del Golfo de Honduras una descripción breve se detalla a continuación:

2.1.2 Guatemala

Guatemala presenta 5 tipos de suelos, siendo estos: los Incas, Chacalote, Chocón, Aluviales y Manabique. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995). Se encuentra conformado por cuatro unidades costeras-fisiográficas: *Planicie costera del Caribe*, (es la parte mas baja de la cuenca del río Sarstún). *Depresión de Izabal*, entre el Río Sarstún y el pie de las montañas del Mico. (GEF-BID 2003, Yanez-Arancibia, *et al.* 1995) *Tierras altas Sedimentarias*, al sur de la Bahía de Amatique, en la base de montañas del Mico. *Depresión del Motagua*, es una extensa planicie de inundación de 0-40 msnm. Formada por material aluvial del Cuaternario. Con depósitos sedimentarios transportados por el río Motagua, lo cual forma la Punta de Manabique, (URL 2002)

Guatemala cuenta con las siguientes cuencas de importancia:

Cuenca del Río Motagua, formada por el valle del Merendon y las montañas de Espíritu Santo, al sureste y de la bahía de Amatique y la Sierra de las Minas, del Mico y Cerro San Gil, localizadas al sur de la Bahía de Amatique. Los principales tributarios son el río San Francisco y río Piteros. *Cuenca de Río Sarstún*, se encuentra entre las montañas de Santa Cruz y el Río Sarstún (140 km de largo), los procesos de sedimentación propiciados por este cuerpo de agua se ven afectados por el régimen de corrientes presentes en el área costera. *Cuenca del Río Dulce*, se encuentra dividida por tres secciones siendo estas: a) el canal de 10.5 km de largo que conecta al Lago de Izabal con el Golfete, los ríos Juan Vicente, Seja y Ciénaga b) El Golfete de 5855.9 has

y c) el canal que conecta El Golfete con la Bahía de Amatique. (GEF-BID 2003, Yañez-Arancibia, *et al.* 1995)

2.1.3 Honduras

La zona costera consiste de rocas del Cuaternario y Cretácico, siendo estas de unidades aluviales e intrusivas. En la zona intermedia esta conformada por la unidad Paleozoica de Cacaguapa Shist, de rocas metamórficas de una deposición desconocida. La región montañosa del sur se encuentra conformada por material del Terciario y Cretácico, las cuales son las formaciones de Matagalpa, Padre Miguel y Yojoa. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995)

2.1.4 Belice

Su geología consiste en tres tipos de formaciones: la formación norte; región de las Montañas Maya, la cual consiste de sedimentos metamórficos (meta-sedimentos) de hace 300 millones de años e incrustaciones graníticas y la región sur que consiste en material aluvial. Los sedimentos de la planicie costera son jóvenes y datan del terciario, hace aproximadamente 10 millones de años; dichos sedimentos se cree tienen un origen ribereño y no marino. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995)

2.2 ESTUDIOS ANTERIORES REALIZADOS EN EL GOLFO DE HONDURAS

2.2.1 Estudios biológicos del Golfo de Honduras

Los estudios se han enfocado en temas pesqueros y descripción general del área. En el 2003 el programa de los Gobiernos del Golfo de Honduras junto con la asistencia del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), establecen el *Diagnóstico Preliminar Transfronterizo para el Golfo de Honduras*, detallando los escenarios físicos, biogeográficos y de desarrollo, el marco regulatorio y los problemas del Golfo de Honduras. (GEF-BID, 2003). Además, el United Nations Environmental Project UNEP, realiza el primer recuento de los recursos marino costeros para el Golfo de Honduras. (Yañez-Arancibia, *et al.* 1995)

El Sistema Arrecifal Mesoamericano-SAM-, desde el 2004 realiza monitoreos para arrecifes coralinos, comunidades de pastos marinos, comunidades de manglar, contaminación, calidad del agua y oceanografía física para los tres países del Golfo. (Aguilar, *et al.* 1995 y Almada-Villela *et al.* 2003) Por último, un solo sondeo aéreo para la evaluación del manatí ha sido realizado para la región del Golfo de Honduras en 2000 por Auil.

En Guatemala los estudios actuales se han enfocado al estudio de la especie de *Hydrilla verticillata*, calidad del agua en diferentes puntos como los conducidos por la Autoridad para el Manejo Sostenible de la Cuenca del Lago de Izabal-AMASURLI, proyectos de investigación del Departamento de Análisis Inorgánico de la Universidad de San Carlos y varias tesis de grado las cuales se han enfocado en los estudios de peces en el área. (Oliva, 2004; Dix, *et al.* 1999; Bol, 2002; Herrera, 1999; Morales, 2005 y Pérez, *et al.*, 2004) Arrivillaga, 2002 reporta que el total del área invadida por *Hydrilla* en el Lago de Izabal y Río Dulce fue de 2,189 hectáreas equivalente al 3.22% de la extensión del lago. Los parámetros fisicoquímicos han sido evaluados para el Lago de Izabal y Cuenca del Polochic; determinando contaminación de desechos y residuos de actividades humanas. Los estudios marinos para las costas guatemaltecas se han enfocado a estudios de pesquerías, ecología marina (moluscos, arrecifes coralinos, pastos marinos y mamíferos marinos. (Cazali, 1988; Prado, 1990; Arrivillaga y Baltz, 1999; Fonseca y Arrivillaga, 2003; Arrivillaga y García, 2004 y Vides-Llarena, 2003)

2.2.2 Estudios de distribución de las poblaciones de manatíes en el Golfo de Honduras

En la región del Golfo de Honduras en mayo-junio de 2005, se estimó la población de manatíes para el Golfo de Honduras, desde Laguna de Placencia, Belice, hasta Punta Izopo, Honduras; incluyendo el sistema continental del Lago de Izabal, Río Dulce y El Golfete para Guatemala, es de 223 manatíes, los cuales fueron observados en 8.93 horas de sobrevuelo. Determinando que para el Golfo de Honduras la distribución de 0.35 manatíes/km² (76% en Belice, 22% en Guatemala y 2% en Honduras). Sin embargo, la abundancia relativa fue similar entre Belice y Guatemala. (Quintana-Rizzo, 2005b).

En Guatemala la primera estimación de la población de manatíes consistió en un vuelo único de 6 horas en 1976, el cual produjo un registro de un solo manatí (Quintana-Rizzo, 1993). En 1991, 9 manatíes fueron observados en un reconocimiento sobre la costa del Caribe y el sistema de los Ríos Dulce, Sarstún y Motagua (Plan de Acción, 2005). Los sondeos realizados por Quintana-Rizzo en 4 meses de la época seca de 1992, se estimó una población para el país de 53 ± 44 individuos. (Quintana-Rizzo, 1993) En abril de 2005, 39 manatíes (36 adultos y 3 crías) fueron observados en 5.25 horas de sobrevuelo en Guatemala. (Quintana-Rizzo, 2005a). Ambos estudios de 1993 y abril 2005 determinaron que las áreas de mayor presencia de la especie para el país son las aguas someras del Lago de Izabal, específicamente cerca de El Chapín y Punta Brava, la costa atlántica como área de presencia intermedia y finalmente El Golfete como área de presencia mínima. Las Bocas del Río Polochic, crean y aportan las condiciones necesarias para el desarrollo de variada flora y fauna en el sistema continental del Lago de Izabal, considerado resguardo para la especie. En Guatemala, la región del Río Oscuro y Río Sauce en el Lago de Izabal, los estudios han reportado como parte de la dieta del manatí a *Chara sp*, *Ceratopteris pteroides* Hieronymus, *Azolla caroliniana* Willd, *Ceratophyllum demersum* Linnaeus, *Utricularia foliosa* Linnaeus, *Nymphaea ampla* Linnaeus, *Sagittaria latifolia*, *Pistia stratiotes* Linnaeus, *Vallisneria americana* Michaux, *Potamogeton illinoensis* Morong, *Typha domingensis* Linnaeus, *Ruppia sp.*, entre otras (Pöll, 1983). En 2004 la estrategia de conservación del manatí estableciendo las amenazas y medidas a considerar para su conservación. (Herrera, *et al.* 2004)

En Honduras (Rathbun, *et al.*, 1983) durante los meses de marzo y mayo de 1980 elaboraron sobrevuelos observando 11 individuos en 13 horas de sobrevuelo; las áreas de mayor incidencia fueron La Mosquitía y las Lagunas y Ríos de El Porvenir y Zambuco. Todas las anteriores áreas se presentan fuera del Golfo de Honduras y ninguno de los avistamientos corresponde al territorio que abarca el Golfo de Honduras. Un segundo sondeo aéreo fue realizado por Auil en el marzo de 2003, en toda la costa caribe encontrando únicamente 4 individuos en un total de 1.52 horas, respectivamente.

El primer estudio realizado para Belice fue un sondeo aéreo en septiembre de 1977 (Auil, 2004) observando 101 individuos a lo largo de toda la costa. Morales-Vela y colaboradores en 2000 atribuyeron que la diferencia en los conteos a varios parámetros, como el cambio en los niveles de agua y por consiguiente los cambios en la temperatura y salinidad de la misma, entre otros. Seguidamente, el mismo autor reportó durante tres sondeos aéreos conteos mínimos y abundancia relativa baja por lo cual se propuso recomendaciones importantes. En 1998 se elaboró el Plan para la recuperación de la especie, en donde se identificó las principales amenazas y se propuso medidas importantes para su conservación. (Auil, 1998 y 2004).

2.3 VEGETACIÓN CARACTERÍSTICA DEL GOLFO DE HONDURAS (MACROFITAS ACUATICAS: CONTINENTALES Y MARINAS)

En el Golfo de Honduras se presentan los siguientes ecosistemas: los bosques húmedos del Petén en la región de Belice, los Bosques húmedos del Atlántico de Centroamérica, en la región de Izabal, en Guatemala y los Bosques húmedos del Chocó/Darién, en los tres países del Golfo (como pequeñas porciones en las costas de Belice y Honduras). Muy cercanos al área de la costa, los Bosques secos de América Central y los Bosques montañosos de América Central de Honduras. (CISP, 2005)

Las plantas acuáticas de aguas continentales desempeñan un papel muy importante en la estructura y funcionamiento de los lagos someros. Para algunas formas de vida, como las plantas sumergidas, se conoce ampliamente su influencia en las propiedades fisicoquímicas del agua o en la estructura de otras comunidades bióticas, particularmente en regiones templadas. (Lefebvre, *et al.* 2001 y Meerhoff, *et al.* 2004) El primer grupo incluye plantas emergentes, de hojas flotantes, y sumergidas. Las flotantes libres incluyen desde especies pequeñas de los géneros *Azolla* o *Lemna*, hasta especies de mayor porte como *Eichhornia crassipes* “camalote” o *Pistia stratiotes* “repollito de agua”, conocidas como las mas distribuidas para los países del Golfo de Honduras. Estas se encuentran en un amplio gradiente latitudinal, excepto las flotantes libres de gran porte, que son características de ambientes tropicales y subtropicales por su gran sensibilidad a las bajas temperaturas del aire (Lefebvre, *et al.* 2001 y Meerhoff, *et al.* 2002)

La vegetación marina genera altos niveles de productividad, por lo cual son fuentes primarias de alimento, productores de material orgánico, estabilizadores de sedimentos y contribuyen a la oxigenación del ambiente. (Dawes, 1980 y Thorhaug, 1981). Los grandes parches de gramas marinas en el caribe se encuentran representados usualmente por las especies *Thalasia testudinum* Bankz ex Konig como especie dominante y asociada con muchas otras especies epífitas al igual que *Halodule wrightii* Ascherson y *Syringonium filiforme* Kutxing. Los pastos marinos son plantas monocotiledóneas que se clasifican en dos familias principales: Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae (Phillips y Meñez, 1988). La distribución de estas especies dependen de gradientes ambientales tales como: la temperatura del agua, salinidad, radiación solar, profundidad y tipo de sustrato; por lo tanto, no están claramente delimitados (Phillips y Meñez, 1988). Se afirma que los patrones fitogeográficos de las especies de pastos marinos son aparentes, debido a que existe una interacción entre las distintas poblaciones y sus condiciones ambientales.

2.4 SITIOS DE ESTUDIO

La región geográfica a ser evaluada durante el presente estudio comprende desde la Laguna de Placencia en Belice, pasando por la costa atlántica y Lago de Izabal en Guatemala hasta Punta Izopo, Honduras, tal como se observa en la Figura 4. Dicha región cuenta con trece áreas protegidas relacionadas directamente con la porción acuática del Golfo y cubren más de un 25% de la región.

Cuadro 1: Áreas protegidas en la Región del Golfo de Honduras incluidas durante el estudio, separadas por región y país.

Área Protegida	Región	País
1. Refugio de Vida Silvestre Bocas del Polochic	Lago de Izabal, Izabal	Guatemala
2. Parque Nacional Río Dulce	Río Dulce, Izabal	Guatemala
3. Biotopo para la Conservación del manatí-Chocón Machacas	El Golfete, Izabal	Guatemala
4. Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique	Costa Atlántica, Izabal	Guatemala
5. Área de Protección Especial Río Sarstún	Río Sarstún, Izabal	Guatemala
6. Área de Protección Especial Omoa-Baracoa	Omoa, Cortés	Honduras
7. Parque Nacional Punta Izopo	Tela, Atlántida	Honduras
8. Parque Nacional Jeannette Kawas	Tela, Atlántida	Honduras
9. Port of Honduras Marine Reserve	Toledo	Belice
10. Sarstoon Temash Nacional Park	Toledo	Belice
11. Paynes Creek Nacional Park	Toledo	Belice
12. Laughinng Bird Caye Nacional Park	Toledo	Belice
13. Silk Caye Gladden Spit Marine Reserve	Toledo	Belice

2.4.1 GUATEMALA

2.4.1.1 Aguas naturales o Continentales:

2.4.1.1.1 LAGO DE IZABAL, IZABAL.

El Lago de Izabal, es el sistema léntico de tierras bajas, más grande de Guatemala, localizado entre latitudes 15°24´ N y 15° 38´ N y las longitudes 88° 58´ W y 89° 25´ W, cuenta con 700km² de superficie. Su parte más ancha es el delta de Río Polochic, presentando como tributarios secundarios los ríos Matanzas y Cahabón. El Lago de Izabal desemboca en el Río Dulce y este a su vez al mar Caribe. Se localiza entre la Sierra de Santa Cruz, la Sierra de las Minas y las Montañas del Mico, con una altura aproximada de 10-15 m sobre el nivel del mar. La Cuenca del Lago de Izabal y Río Dulce abarca los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz e Izabal. (Arrivillaga, 2002). Cuenta con dos épocas marcadas: seca (noviembre a abril) y lluviosa (finales de mayo hasta octubre) (Arrivillaga, 2002). Presenta grandes concentraciones de contaminantes, las cuales se debe fundamentalmente a la colocación de desechos y residuos de actividades humanas directamente en las aguas superficiales. Los efectos de estas actividades han contribuido al proceso acelerado de eutroficación que experimenta el Lago. (Perez, *et al.* 2004 y Dix, *et al.*, 1991)

2.4.1.1.2 RÍO DULCE, IZABAL

Posee una longitud de 42 km presentando a la mitad de su recorrido, un ensanchamiento poco profundo conocido como El Golfete. El río forma parte de una zona declarada como protegida en la categoría de Parque Nacional para el país. Este se define como una franja de tierra de 1km de ancho a cada lado del cauce del río desde el Lago de Izabal hasta la Bahía de Amatique (Arivillaga, 2002). En su cauce se presenta la formación de un cañón. Este río cumple la función de ser el sitio de intercambio y mezcla tanto de aguas continentales como marinas. Siendo el canal conductor para procesos de migración y desplazamiento de diferentes especies. En base a sus características geomorfológicas es considerado un sistema lótico de deposición detrítica. (Herrera, I, en prensa)

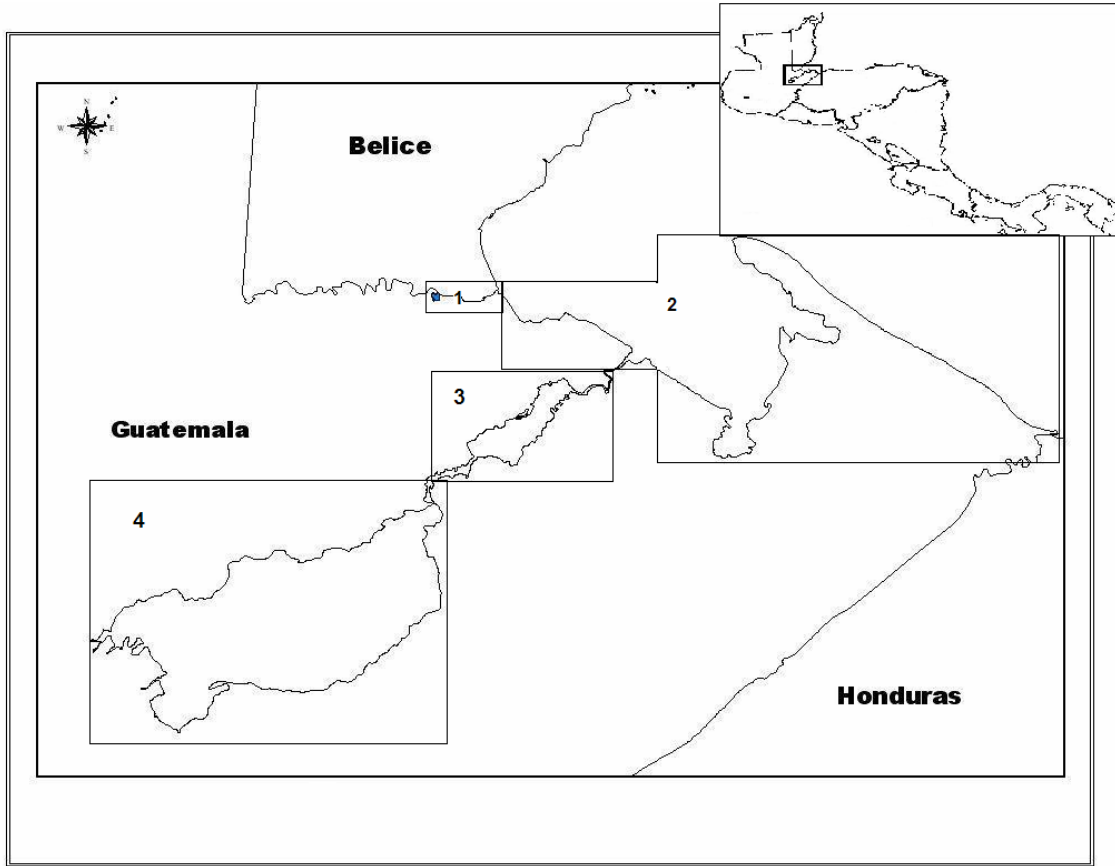


Figura 1: Sitios de Estudio en Guatemala. Áreas en Guatemala diferenciadas por 4 regiones: 1. Río Sarstún, límite fronterizo entre Belice y Guatemala ; 2. Costa Atlántica; desde río Sarstún hasta el límite fronterizo entre Honduras y Guatemala, río Motagua 3. El Golfete, ensanchamiento del Río Dulce y 4. Lago de Izabal.

2.4.1.1.3 EL GOLFETE, IZABAL

Cuenta con un área de 60km² (16 km de largo por 7 km en su parte mas ancha y 2 km en la mas angosta). Presenta una profundidad menor a la del Lago de Izabal, en un promedio de 8-12 m, con una profundidad máxima de 13 m. El agua dulce proviene tanto del agua de lluvia como de las aguas superficiales aportadas por los ríos Sumanché, Ciénaga, Chocón, San Marcos, Tameja, Juan Vicente y otros menores que complementan el Río Dulce durante el invierno y la mezcla presente por el agua salina y agua dulce lo convierten en un cuerpo de agua salobre. (Morales, 2005)

2.4.1.2 Aguas Marinas (Costa Atlántica)

Costa de un área de 150 km². (Morales, 2005) La costa atlántica guatemalteca se encuentra delimitada por dos de las cuencas más importantes para el país: Río Motagua, en el límite oeste del país creando una división fronteriza natural entre Guatemala y Honduras, y el Río Sarstún como división entre Guatemala y Belice. (Pérez-Sabino, *et al.* 2000) Dos áreas protegidas se encuentran representadas, en ambos de los límites fronterizos anteriormente mencionados; siendo estas el Área de Protección Especial Río Sarstún (cuenca río Sarstún) y el Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique (cuenca río Motagua). La parte intermedia de la costa atlántica guatemalteca incluye comunidades y asentamientos de importancia para la economía del país como lo son Livingston y Puerto Barrios, siendo este último la cabecera departamental del Departamento de Izabal. Mucha de la intervención presente para dicha área es debido al alto tráfico de embarcaciones, actividades de pesca y turismo implicado. (FUNDARY-ONCA, 2001) Dicha área se clasifica como una zona de vida Bosque muy húmedo subtropical (cálido), según el modelo de Holdridge. (FUNDARY-ONCA, 2001)

2.4.2 HONDURAS

2.4.2.1 Aguas Naturales o Continentales

2.4.2.1.1 LAGUNA DE JALOA, OMOA

La Laguna de Jaloa, conectada directamente con el mar caribe hondureño se encuentra muy cercana al límite geográfico con Guatemala, a un costado del Río Motagua. El sistema hidrográfico se encuentra formado por el Río Motagua (límite fronterizo con Guatemala), los ríos Cuyamel, Chachahuala, Coto, Omoa, Chivana, Tulián, Chiquito, Tegucigalpa, Cuyamelito, San Carlos, Masca, y Veracruz. (CCO, 2005) El Municipio de Omoa está ubicado al nor-occidente del Departamento de Cortés.



Figura 2: Región hidrográfica de la Laguna de Jaloa, Omoa, Honduras Incluyendo la región de río Motagua (límite fronterizo entre Guatemala y Honduras) Costa Atlántica incluyendo bahía de Omoa.

2.4.2.1.2 RÍO TULIÁN, CORTÉS

El río Tulián desemboca en el caribe hondureño y en la Laguna de Alvarado. Las condiciones del clima están influenciadas por la Zona Intertropical de Convergencia. Los meses más secos son abril y mayo, mientras que los meses más lluviosos son octubre, noviembre y diciembre, alcanzando hasta 442mm de precipitación. Las zonas de vida predominantes en el área son: bosque muy húmedo subtropical y bosque húmedo subtropical. La cuenca del río Tulián es considerada un ecosistema de montaña de altura media y de pie de montaña. (Duss, *et al.* 2003)

2.4.2.1.3 RÍO TINTO, ATLÁNTIDA

Lleva este nombre debido al alto contenido de taninos presentes en el agua, los cuales modifican el color de la misma. Es uno de los brazos de la Laguna Diamante, desembocando en el caribe hondureño. Forma parte del Parque Nacional Jeannette Kawas. Identificada como sitio de presencia de manatíes, sin embargo, también es catalogada como un área de alta presión de cacería para la especie. Este río cuenta con una comunidad que lleva el mismo nombre y cuenta con unos 3,000 habitantes ladinos y garífunas, siendo estos últimos los más numerosos. (Duss, *et al.* 2003)

2.4.2.1.4 RÍO LEAN, ATLÁNTIDA

Este desemboca directamente en el caribe hondureño. Es uno de los cauces más importantes reportados para el municipio de Tela, Atlántida. Parte de su curso Parque Nacional Punta Izopo. La cuenca cubre una extensión de 1,000 km², originándose en el área protegida de Vida Silvestre Texiguat, Cordillera del nombre de Dios. Este sistema de drenaje esta conformado por cinco sub-cuencas que son: Cuenca del Río Mezapa, constituida por el río del mismo nombre y el río Jilamito; cuenca del río Texiguat, cuenca del río Nueva Florida, formada por la parte alta del río Lean; cuenca del río Santamaría, formada por los Ríos Mojiman y Congélica y cuenca del río Arizona: formada por la confluencia del Río Lena, Jilamito y Mezapa. Estos caudales finalmente llegan a las planicies costeras donde se extienden y unen a la red de pantanos, pequeñas lagunas y canales intercomunicados. Por último, el sistema de frentes fríos y anticiclones provenientes del hemisferio norte, provocan chubascos y el descenso de la temperatura en el período de octubre a marzo. (PUP, 2004)

2.4.2.2 Aguas Marinas

2.4.2.2.1 PUNTA SAL, ATLÁNTIDA

Pequeña península que pertenece al Parque Nacional Jeannette Kawas PNJK, denominado como un humedal lacustre según la lista de Ramsar. Este se encuentra al sur de la Cordillera Nombre de Dios en la parte nor-occidente, el área es plana casi en su totalidad, pero destacan las pequeñas elevaciones de hasta 143 msnm de la Península de Punta Sal. Para dicho parque dos son las zonas de vida, según Holdridge, siendo estas el bosque muy húmedo sub tropical y el húmedo tropical transición a sub tropical. Además, forma parte de la sección costera del Valle de sula, en el Delta que forman los ríos Ulua, Chamelecon y las Lagunas asociadas. (PUP, 2004 y Aguilar, *et al.* 1995). Las tierras bajas del de Sula se encuentran alteradas y se han convertido en cultivos extensivos como el banano, plátano, caña de azúcar, palma africana y ganadería extensiva. El sistema hidrológico comprende al menos diez metros de agua permanentes localizados en el extremo noreste del Valle de Sula, propiamente en la Costa. Los ríos Ulua y Chamelecon se originan en las regiones centro y occidental del país, con una longitud alrededor de 300 km. Los ecosistemas

encontrados para el área son: formaciones de sabanas inundadas, pantanos, manglares, playas rocosas, playas arenosas, bosque húmedo tropical, altos farallones rocosos, canales, lagunas costeras y fondos marinos con arrecifes coralinos y comunidades de pastos marinos. (PUP, 2004 y Aguilar, *et al.*1995).

2.4.2.2.2 PUNTA IZOPO, ATLÁNTIDA

Es una pequeña península ubicada dentro del Parque Nacional que lleva su nombre, al extremo este de la Bahía de Tela. Dicha área se encuentra rodeada por otras dos áreas protegidas de interés para el caribe hondureño como lo son: el Parque Nacional Jeannette Kawas, aproximadamente 5 km. al oeste y el Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado, aproximadamente a 8 km. al este. El Cerro Izopo, es una de las elevaciones más importantes con una altura de 108 m.s.n.m. El litoral presenta una superficie irregular, encontrando playas rocosas y dunas. Sobresalen la Barra Boca Vieja, Barra de Colorado, Barra Carvajales, Barra Río Hicaque y Barra Río Plátano. El clima predominante es el clima húmedo tropical. El bosque secundario es un bosque que ha surgido por la intervención de la mano del hombre y está presente en el área de Punta Izopo. (PUP, 2004 y Aguilar, *et al.* 1995)

2.4.3 BELICE (ÁREAS MARINAS)

En Belice más del 42% de su área total corresponde a áreas protegidas, siendo el 12% áreas protegidas marino-costeras. Esto crea las condiciones necesarias para el desarrollo de diferentes especies que se distribuyen en la gran cantidad de ecosistemas presentes para el país tales como: lagunas costeras, sistema de cayos, bosques de manglar, arrecifes coralinos, entre otros. (Auil, 2004)

2.4.3.1 CAYOS Y ECOSISTEMAS MARINOS

Port of Honduras Marine Reserve, Toledo

La Reserva Marina del Puerto de Honduras se encuentra ubicada a lo largo de la costa del distrito de Toledo y forma parte integral del Corredor Marino de los Montes Mayas, cuenta con un área de 500 km². Dicha área cuenta con costas de grandes extensiones, vegetación marina en sus aguas, mar, cayos, comunidades de organismos sésiles y áreas tierra adentro con numerosas lagunas, ríos y estuarios. El

área de esta reserva tiene como límites generales: el río Grande al sur, el río Monkey al norte, los cayos Snake al este y al oeste, de la extensión territorial de las costas. (PHMR, 2003) La vegetación dominante en la Reserva, en sus costas y 138 cayos, es el bosque de manglar, presentando al manglar rojo (*Rhizophora mangle* Linnaeus) como predominante. Como vegetación sumergida característica encontramos comunidades sanas de pastos marinos en donde predominan las especies *Thalassia testudinum*, *Bankz ex Konig* y *Syringodium filiforme*, Kutxing, entre otras. Más de 100 especies se encuentran reportadas para el área, incluidos peces, corales vegetación, entre otros. Los sistemas lagunares son caracterizados por fondos arenosos y comunidades de gramas marinas y comunidades algas marinas variadas. A medida que se va aumentando la profundidad encontramos comunidades prístinas de arrecifes coralinos que presentan especies de lechugas coralinas diversificándose a medida que se estratifica la comunidad. (PHMR, 2003)

El río Monkey se encuentra en el límite norte de la reserva, el cual contribuye cada año con la misma cantidad de agua que los demás cinco ríos contenidos dentro de la reserva. En la región encontramos a su vez esta otras áreas protegidas de interés como lo son: Monkey Caye Nacional Park, Paynes Creek Nacional Park, Deep River Forest Reserve y Golden Stream Corridor Reserve. (PHMR, 2003).

2.4.3.2 SISTEMA LAGUNAR COSTERO: LAGUNA DE PLACENCIA, TOLEDO

Esta es una de las lagunas costeras más grandes de Belice. Cuenta con uno de los asentamientos humanos más importantes para el país, en donde se desarrollan actividades de turismo, pesca y acuicultura. Cuenta con 4 km en su parte mas ancha y 20 km de largo, con un área total de 30 km². La profundidad media de la laguna es de 1.5 m, y una profundidad máxima de 5.8 m. Físicamente es influenciada por las condiciones oceanográficas del sistema lagunar sureste de la barrera de arrecifes y las condiciones terrestres de los alrededores. Su temperatura varia de los 29-30°C. Esta a pesar de estar controlada principalmente por la insolación o la intensidad de la radiación solar, inusualmente se encuentra influenciada por un flujo de agua fría de las aguas superficiales que provienen de los ríos además del intercambio con el sistema Lagunar Sureste de la Barrera de Arrecife. Es conocido

que el pH es relativamente neutro. Predominan las comunidades de gramas marinas, especialmente de la especie *Thalassia testudinum* (Bankz ex Konig, 1805). (Ariola, 2003)

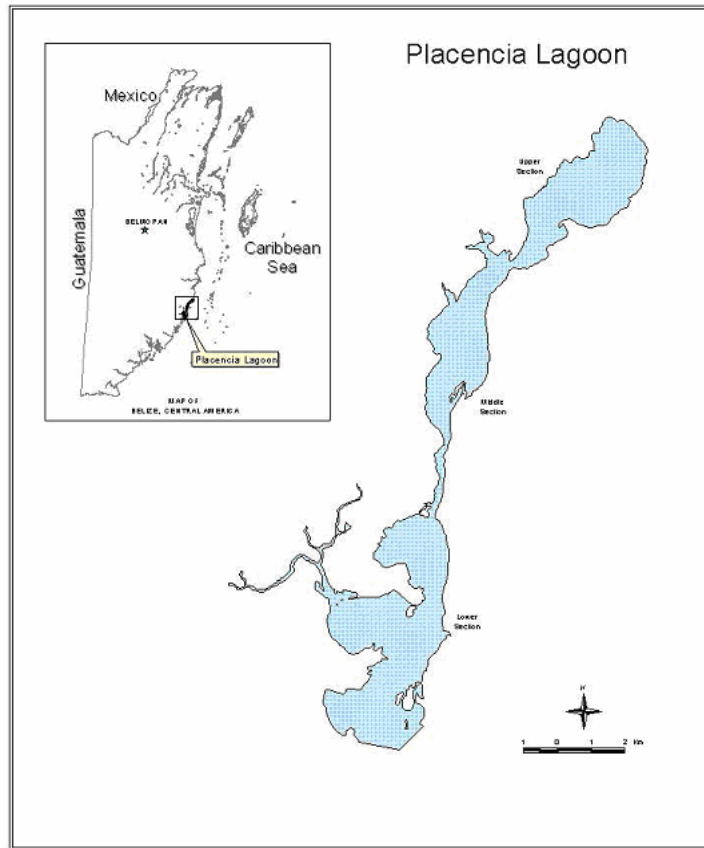


Figura 3: Laguna de Placencia, Belice *Situada al Suroeste Segunda área turística de Belice.*

3. JUSTIFICACIÓN

El Golfo de Honduras posee una gran cantidad de ecosistemas en donde se desarrollan diferentes especies generando sitios y refugios de alta biodiversidad. Estos sistemas son altamente productivos y de beneficio para casi un millón de personas de múltiples orígenes sociales y étnicos, a través de actividades relacionadas con la pesca, el turismo y el desarrollo costero, entre otras. (Almada-Villela *et al.* 2003). El manatí ha sido declarado en peligro de extinción y por lo tanto se encuentra incluido en el apéndice I de la Convención Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y en el Libro Rojo para Mamíferos de la Unión Mundial para la Conservación (UICN) es considerado vulnerable, esto debido a las presiones antropogénicas y naturales a la que se enfrentan. El efecto acumulativo de muertes naturales, la tasa de reproducción baja y las acciones humanas que aumentan su mortalidad, han acelerado su disminución, siendo las actividades de carácter antropogénico la amenaza más grande. (Gorzelany, 2004) La cacería, utilización extensiva de redes de pesca, tránsito de barcos, contaminación y pérdida de hábitats han delimitado su distribución. La cacería ilegal del manatí históricamente ha sido un problema serio en Guatemala y Honduras y en menor cantidad en Belice. (Janson 1977, Lefebvre 2001, Quintana-Rizzo 1993, del Valle 2001, Auil 1998 y 2000).

A pesar de los esfuerzos individuales del Golfo de Honduras (Guatemala, Honduras y Belice) para estudiar el manatí, se ha carecido de una estrategia de carácter regional para su protección y conservación; por lo tanto no se han realizado estudios sistematizados. Los estudios relacionados con la especie se han concentrado en la determinación de la distribución y abundancia relativa, pero no existe información actual sobre la distribución regional de manatí. La determinación del hábitat es necesaria para poder entender rasgos de la dinámica de la población y contribuir con la información necesaria de otros grupos biológicos relacionados. En la actualidad ninguno de los países del Golfo ha estudiado el hábitat del manatí. De manera que la evaluación del hábitat del manatí en el Golfo de Honduras, contribuye a las iniciativas de estudio y divulgación de la especie, además de ser el planteamiento de los primeros acercamientos para el establecimiento de una metodología sistemática para la evaluación del hábitat como medida prioritaria para su pronta implementación en el área.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Evaluar el estado de los hábitats (continental y marino), en los cuales se distribuye el manatí; en función de los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores y sitios que no han reportado la presencia del manatí (CTR) del Golfo de Honduras.

4.2. ESPECIFICOS

Medir las concentraciones de nitratos, nitritos, fosfatos, ortofosfatos, metales pesados, contaminantes microbiológicos, (*intervenciones antropogénicas*) como posibles parámetros que explican la presencia-ausencia del manatí en el Golfo de Honduras.

Medir las concentraciones de parámetros fisicoquímicos en el agua (*parámetros bioecológicos*), como posibles parámetros que explican la presencia-ausencia del manatí del Golfo de Honduras.

Caracterizar la composición de la vegetación acuática sumergida y vegetación inundable (*parámetros bioecológicos*) de los habitats de presencia y ausencia del manatí en el Golfo de Honduras.

Comparar las intervenciones antropogénicas y parámetros bioecológicos en los hábitats continental y marino, en los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores y sitios que no han reportado la presencia del manatí (CTR) del Golfo de Honduras.

5. HIPOTESIS

No existe correlación entre las variables de intervenciones antropogénicas y parámetros bioecológicos y la en los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores y sitios que no han reportado la presencia del manatí (CTR) en los ambientes marino y continental del Golfo de Honduras.

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 MATERIALES

6.1.1 UNIVERSO DE TRABAJO

Hábitats utilizados por el manatí *Trichechus manatus manatus*; dentro del Golfo de Honduras (desde Laguna de Placencia-Belice y hasta Punta Hisopo-Honduras y la Cuenca de Río Dulce, Lago de Izabal)

6.1.2 MUESTRA

Muestras de agua y especies de vegetación acuática presentes en los Puntos de Muestreo Experimentales-PME y Controles-CTR; establecidos en el Golfo de Honduras (Río Dulce, Lago de Izabal- Guatemala, desde Laguna de Placencia-Belice y hasta Punta Izopo-Honduras). Los materiales a utilizar se describen en la sección 7 (Recursos Económicos e Institucionales).

6.2 METODO

6.2.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

6.2.1.1 *Variable Independiente*

6.2.1.1.1 HÁBITAT

Dos condiciones de hábitat fueron consideradas:

Continental: Cuerpos de aguas naturales que regularmente se encuentran dentro de la placa continental. Guatemala: El Lago de Izabal, El Golfete y Río Dulce, todos en Izabal y Honduras: Río Tulián, Puerto Cortés; Río Tinto, Tela y Río Lean, Tela, todos los anteriores en Atlántida.

Marino: Cuerpos de agua que se encuentran al borde de la placa continental, ecosistemas marinos. Costas de los tres países del Golfo de Honduras.

Estas a su vez fueron categorizadas en función de los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores y sitios que no han reportado la presencia del manatí (CTR) del Golfo de Honduras contando con las siguientes condiciones:

Continental con presencia de manatí(CP)	Marino con presencia de manatí (MP)	PME
Continental con ausencia de manatí(CA)	Marino con ausencia de manatí (MA)	CTR

6.2.1.1.2 VARIABLES DE RESPUESTA O INDEPENDIENTES:

Los parámetros analizados en cada una de las condiciones fueron:

Intervenciones antropogénicas⁵

Microbiológicos: Presencia de *E. coli* y **Nutrientes:** Nitratos, Nitritos, Amonio, Coliformes totales Fosfatos y Ortofosfatos

Metales pesados Cinc, Cromo, Plomo, Hierro y Managaneso

Parámetros Bioecológicos⁶

Vegetación Diversidad⁷, Cobertura⁸, **Fisicoquímicos** :% de Oxígeno Disuelto, Abundancia⁹, Frecuencia¹⁰ y Densidad Oxígeno disuelto, Temperatura, pH, Vegetal¹¹ de especies acuáticas e inundables, conductividad, turbidez, total de sólidos además de la biomasa seca y húmeda. disueltos y salinidad.

Dichas variables se estudiaron en 17 Unidades Experimentales, 4 costeros y 13 continentales, por Hábitat, para un total de 17 puntos de muestreo experimentales + controles respectivos (17 puntos de muestreo experimental y 17 puntos control). Cada una de las variables de respuesta fueron medidas tres veces en cada uno de los 34

⁵ Condiciones que se ven relacionadas con comunidades humanas, (aumento de nutrientes por fertilizantes, etc; metales pesados que se presenta oir encima de las concentraciones naturales ; microbiológico relacionada con actividades agropecuarias y de poblaciones humanas)

⁶ Condiciones naturales de un ecosistema o área determinada. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

⁷ Relación entre la abundancia, riqueza y dominancia de las especies en un ecosistema o en un área determinada. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

⁸ Porcentaje de suelo cubierto por vegetación. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

⁹ Indica el porcentaje de individuos por especie presentes en un ecosistema o en un área determinada. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

¹⁰ Cantidad de repeticiones de especies en determinada área, en toda acción recurrente en un ecosistema o en un área determinada. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

¹¹ Número de especies vegetales en un área determinada. (Almada-Villela, *et al.* 2003)

Puntos de muestreo experimentales y sus controles para la época lluviosa en septiembre, octubre-noviembre y diciembre de 2005.

Criterios de selección de Puntos de Muestreo Experimental-PME-y Controles – CTR-

Los tratamientos: Continental y Marino fueron medidos por puntos de muestreo experimental y controles. Estos se definieron de esta manera en función de los sitios catalogados de presencia (PME) del manatí por estudios anteriores y sitios que no han reportado la presencia del manatí (CTR) del Golfo de Honduras. Dichos estudios desarrollados en el área son:

- Sondeos aéreos y estimación de distribuciones de manatíes realizados por Janson 1977, Quintana-Rizzo 1993, 2005a,b, Auil 2001, 2004, Rathburn *et. al* 2001.
- Condiciones similares de intervención antropogénica (presencia o ausencia de comunidades y tráfico de botes) y características fisiográficas de los sitios (similares efluentes de importancia, profundidad, temperatura, área geográfica, etc).

Estas disposiciones fueron evaluadas, de manera que los sitios de muestreo experimental corresponden a los sitios que durante los estudios realizados para las diferentes áreas han evidenciado la presencia del manatí. Las características fisiográficas y de intervención fueron evaluadas para el establecimiento de los Puntos Control, los cuales presentan las mismas características de sitio, pero en los diferentes estudios no han presentado la presencia del manatí.

Cuadro 2: Sitios de muestreo en el Golfo de Honduras. *Cada tratamiento consta de dos condiciones, continental y costera; las cuales a su vez incluyen la variable de presencia (PME) y ausencia (CTR) del manatí. Un total de 34 puntos evaluados*

PAIS	TRATAMIENTOS		TRATAMIENTOS	
	Presencia-PME		Ausencia-CTR	
	Continental	Costero	Continental	Costero
Belice	0*	6	0	6
Guatemala	4	2	4	2
Honduras	3	2	3	2

**En Belice todos los puntos de muestreo corresponden a la condición marina.*

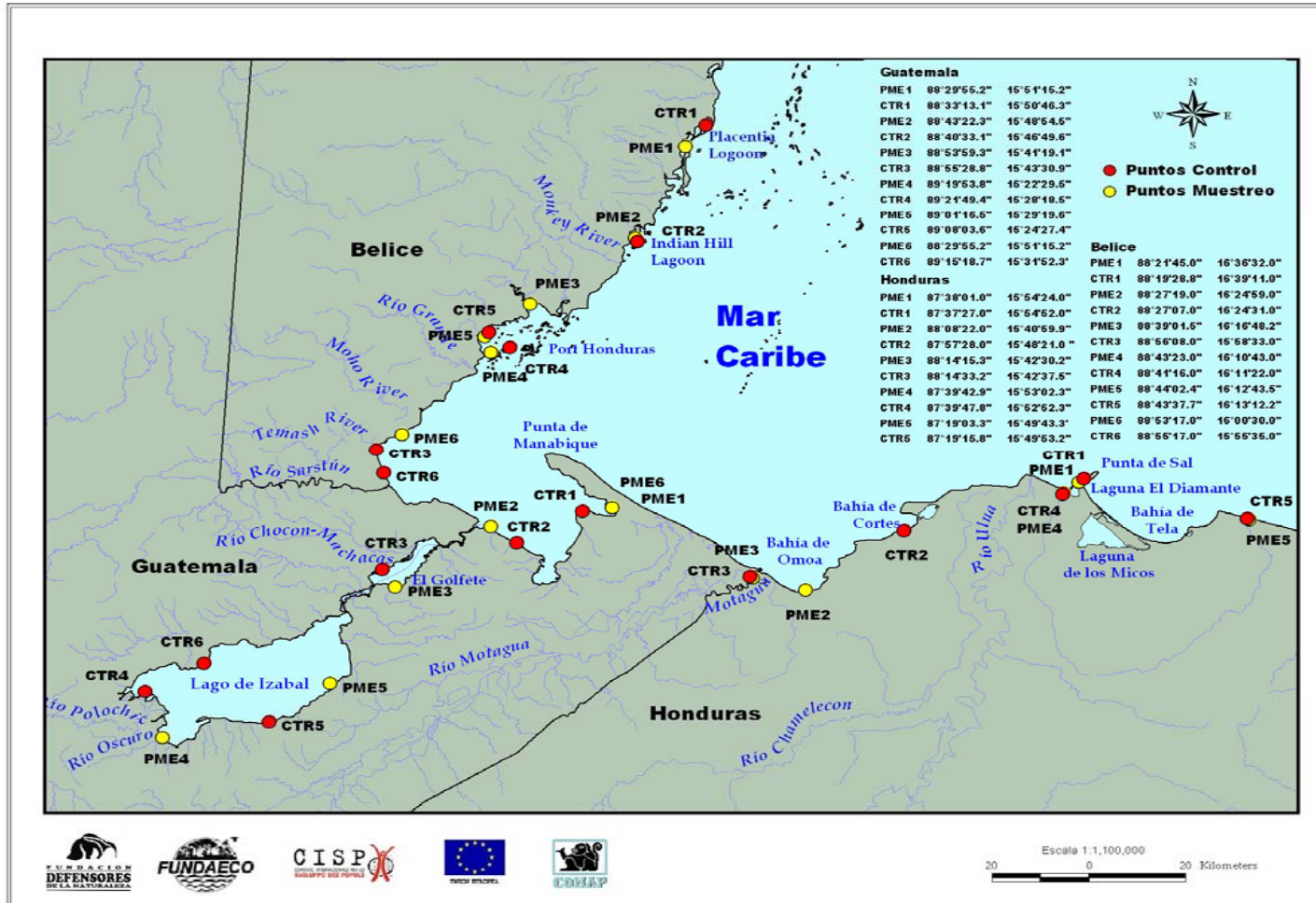


Figura 4: Golfo de Honduras. Puntos de muestreo, Belice: parte norte desde la Laguna de Placencia hasta la frontera con Guatemala en el río Sarstún. Guatemala: Costa Atlántica desde la frontera con Belice, río Sarstún, hasta la frontera con Honduras en el río Motagua, incluyendo el Lago de Izabal, Río Dulce y El Golfete. Honduras: desde frontera con Guatemala río Motagua hasta Río Lean, Atlántida.

6.2.2 ANALISIS ESTADISTICOS UTILIZADOS

Durante los meses de septiembre a diciembre de 2005, sitios de muestreo (PME y CTR) en los ambientes continentales y marinos de relacionados con el manatí en el Golfo de Honduras (Belice, Guatemala y Honduras) fueron estudiados para conocer el estado del hábitat. Dos tipos de medidas fueron consideradas: parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas, las cuales fueron comparadas mediante métodos de estadística no paramétrica y paramétrica.

6.2.2.1 CARACTERIZACION DE PARAMETROS BIOECOLOGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGENICAS

6.2.2.1.1 CALIDAD DEL AGUA (NUTRIENTES, METALES PESADOS, PARAMETROS FISICOQUIMICOS, CONCENTRACION DE OXIGENO Y % DE OXIGENO DISUELTO)

Análisis Exploratorio-Análisis de Componentes Principales- (ACP)

Realizada en parámetros fisicoquímicos, de metales pesados y nutrientes, para observar los valores no se comportaron normalmente (outlier) en las Unidades Experimentales, además de visualizar e inspeccionar las diferencias entre los sitios de estudio (PME y CTR).

Prueba de Chi² y Análisis de Varianza

De los resultados obtenidos del análisis de componentes principales, las variables que mas variabilidad presentaron se analizaron en cada condición (marina y continental) haciendo comparaciones entre los sitios PME y CTR para determinar las posibles diferencias presentes entre estos.

6.2.2.1.2 MICROBIOLÓGICOS (E. COLI Y COLIFORMES TOTALES) INTERVENCIONES ANTROPOGENICAS.

Regresión Logística

Se determinó la probabilidad de aparición de estas especies (*E. coli* y Coliformes totales). Se estimó la probabilidad de aparición de cada cierto suceso (PME o CTR y continental o marino) de *E. coli* y coliformes totales. Determinando en cual de los dos hábitats es mas probable encontrar tanto a *E. coli* como coliformes totales, en el marino o continental y probabilidades de aparición de ciertas condiciones. El análisis de agrupamiento para cada una de las condiciones (marina y continental) nos ayudó a observar las similitudes entre condiciones.

6.2.2.2 VEGETACION ACUATICA SUMERGIDA, EMERGENTE E INUNDABLE (Parámetros Bioecológicos)

Determinación de Cobertura, Abundancia y Frecuencia de las especies vegetales

Con los cuadrantes Braun Blanquet se determinó, mediante categorías, la cantidad de especies vegetales en una unidad de área. Esto posteriormente fue utilizado para la estimación de la cobertura.

Esto se realizó preliminarmente para comprender el comportamiento de cada uno de los diferentes PME y sus controles respectivos. Se establecieron categorías utilizando la siguiente clasificación:

- 0.1= Individuo solitario
- 0.5= 2-10 organismos de la misma especie presentes
- 1= 10-20 organismos de la misma especie presentes
- 2= 5-25% organismos de la misma especie presentes
- 3= 25-50% organismos de la misma especie presentes
- 4= 50-75% organismos de la misma especie presentes
- 5= >75% organismos de la misma especie presentes

Estas categorías posteriormente se analizaron con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cobertura} = \sum \text{Categorías de una cierta especie}$$

No. total de cuadrantes

Abundancia= $\frac{\sum \text{Categorías de una cierta especie}}{\text{No. de cuadrantes donde aparece la cierta especie}}$

Frecuencia= $\frac{\text{No de cuadrantes de una cierta especie}}{\text{No. total de cuadrantes}}$
--

Determinación de Densidad y Biomasa Vegetal

Se estimó en términos de g/m² y g/m² de peso seco. Se compararon los resultados por medio de un análisis de varianza entre los PME y CTR en las condiciones (marino y continental). Se determinó la productividad de cada uno de los sitios de estudio.

Índice de Diversidad

La abundancia relativa de especies se utilizó para calcular el índice Shannon-Wiener, con el programa estadístico PAST (Hammer, Ø *et. al.* 2003). Este índice (H'), permitió medir la diversidad, a partir de la proporción o estructura de las unidades presentes. Por medio de la ecuación:

$$H' = \sum_{i=1}^s (pi)(\text{Log}_2 pi)$$

Donde,

H'= Índice de diversidad de Shannon-Wiener
 s= Número total de especies en la comunidad
 pi= Proporción de la muestra total que pertenece a la -n especie

Análisis de Agrupamientos de las Unidades Experimentales basado en las comunidades

Por medio de la abundancia relativa se agrupó las especies vegetales por ambiente marino y/o continental, posteriormente, las agrupaciones fueron comparadas entre condiciones y entre la variable de presencia y ausencia de la especie (PME-CTR).

6.3 TECNICAS UTILIZADAS DURANTE EL PROCESO DE INVESTIGACION

6.3.1 TOMA DE DATOS Y ANALISIS DE LAS MUESTRAS: INTERVENCION ANTROPOGÉNICA Y DATOS BIOECOLOGICOS

6.3.1 PARAMETROS FISICOQUIMICOS, NUTRIENTES Y METALES PESADOS

Los parámetros fisicoquímicos (salinidad, Temperatura, pH, conductividad, y turbidez, total de sólidos disueltos, Oxígeno disuelto y % de Oxígeno disuelto) se determinaron *in-situ*, por medio del uso de sondas multiparámetros, las cuales se tomaron previo a la determinación de la vegetación, para no perturbar o remover el agua en el momento de la toma de la medición respectiva.

Para las variables de: nutrientes y metales pesados, se obtuvo una muestra de 500ml, la cual deberá se colectó en frascos plásticos oscuros. El agua se mantuvo a una temperatura de 5°C hasta el momento de su análisis en laboratorio de AMASURLI, cada muestra presentó un tiempo de retención no mayor a 1.5 días. Cada parámetro fue por medio del Análisis Spectroquant MERK® , para determinar su concentración.

6.3.2 VEGETACION

Se utilizaron cuadrantes de Braun-blanquet de 20 pulg * 20 pulg, para reconocer a las especies vegetales presentes, se colectó como referencia y para posterior identificación aquellas especies que no se pudieron reconocer *in situ*. Posteriormente los cuadrantes se colocaron al azar y se medió lo contenido en el por medio de porcentajes para estimar: frecuencia, abundancia y cobertura; esto se determinó según la clasificación descrita en la sección 6.2.2.2

Se usaron nucleadores de 0.02m² de diámetro, los cuales se enterraron hasta 30 cm de profundidad del sustrato procurando introducir el material vegetal flotante dentro del mismo para obtener la parte sumergida y emergente de la especie vegetal. Posteriormente se contó por especie los individuos colectados y se determinó la densidad de la siguiente manera:

$$D = \frac{\text{Valor}}{\text{Área del nucleador}} .$$

Tres repeticiones al azar por sitio fueron realizados con los nucleadores y los cuadrantes cubriendo un área de 5-10m. La Biomasa se obtuvo en peso seco y húmedo. Cada especie fue separada e introducida en un horno secador, estas se expusieron a una temperatura de 40°C por 2 días aproximadamente (dependiendo de la especie). El material seco será se peso en una balanza semianalítica.

6.3.3 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS

Se obtuvo 100ml de la muestra, la cual fue conservada a 5°C. En laboratorio, luego de un tiempo de retención no mayor a 48 horas por medio del Kit Readycult-coliformes 100 para el análisis de coliformes totales y *E. coli* de Merck, se introdujo el ensayo en una incubadora por 48 horas a una temperatura de 28°C. Posteriormente los resultados se leyeron por medio de fluorescencia.

7. RESULTADOS

7.1 CARACTERIZACION DE PARAMETROS BIOECOLOGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGÉNICAS DEL HABITAT DEL MANATI

7.1.1 VALORES PROMEDIO DE CALIDAD DEL AGUA

Un total de 10 PME y 10 CTR para la sección costera y 7 PME con 7 CTR para la sección continental fueron evaluados durante la época lluviosa de 2005 (Tiempo 1: agosto-septiembre, Tiempo 2: octubre y Tiempo 3: noviembre y diciembre), en diferentes localidades del Golfo de Honduras.

Cuadro 3: Ubicación geográfica y nomenclatura de los Puntos de Muestreo Experimental y Controles estudiados durante la caracterización del hábitat del manatí en el Golfo de Honduras

País	Punto	Nombre	Área Geográfica
Guatemala	PME1GUA	Bahía La Graciosa	Costa Atlántica (marino)
	CTR1GUA	Punta Morena, Bahía La Graciosa	
	PME2GUA	Livingston	
	CTR2GUA	Punta de Palma	El Golfete (continental)
	PME3GUA	El Golfete	
	CTR3GUA	El Golfete	
	PME4GUA	Barra Río Oscuro	Lago de Izabal (continental)
	CTR4GUA	Cayo Padre	
	PME5GUA	Punta Brava	
	CTR5GUA	Izabalito	
PME6GUA	Finca Murciélago		
CTR6GUA	Punta Los Anteojos		
Honduras	PME1HON	Bahía Puerto Escondido	Punta Sal (marino)
	CTR1HON	Bahía Puerto Caribe	Costa Atlántica (marino)
	PME2HON	Playa de Masca	
	CTR2HON	Desembocadura Río Tulián	Laguna de Jaloa (continental)
	PME3HON	Río Chiquito, Laguna de Jaloa	
	CTR3HON	Desembocadura Río Chiquito, Laguna de Jaloa	
	PME4HON	Canal Crique Martinez, Río Tinto	Río Tinto (continental)
	CTR4HON	Canal Crique Martinez, Río Tinto	
	PME5HON	Río Lean	Río Lean (continental)
CTR5HON	Río Lean		
Belice	PME1BEL	Sein Bright	Laguna de Placencia (marino)
	CTR1BEL	Laguna Madre	Laguna Indian Hill (marino)
	PME2BEL	Laguna Monkey	
	CTR2BEL	Laguna Monkey	Puerto de Honduras (marino)
	PME3BEL	Desembocadura Río Deep	
	CTR3BEL	Temash, Sarstún, Satim	Frontera Río Sarstún (marino)
	PME4BEL	Cayo hen and Chicken	
	CTR4BEL	Cayo North Cross	Puerto de Honduras (marino)
	PME5BEL	Río Middle	
	CTR5BEL	Río Golden Stream	Frontera Río Sarstún (marino)
PME6BEL	South of Mother Bush		
CTR6BEL	Río Sarstún		

Los valores promedio por país de cada variable incluidas dentro de las categorías de: parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas, se presentan en el Cuadro 4.

Parámetros Bioecológicos

En Guatemala los valores de pH se encuentran dentro de los estándares ambientales (EPA, 2000) tanto para aguas continentales como para aguas marinas, a excepción de el CTR5GUA localizado en Cayo Padre del Lago de Izabal. Mientras que los valores promedio de OD por debajo de los estándares (7.5 mg/L o más) fueron CTR1GUA, PME2GUA, CTR2GUA, PME4GUA y PME5GUA; de las cuales la mayoría corresponden a los sitios dentro de la condición marina.

Cuadro 4: Valores promedio de variables de parámetros bioecológicos en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Guatemala durante la época lluviosa de 2005

Puntos de muestreo	Variables				
	T (°C)	Ph	OD mg/L	% OD	CON
		Marino			
PME1GUA	27.42	8.13	36.77	93.30	27.72
CTR1GUA	28.77	8.47	6.61	95.60	28.82
PME2GUA	30.42	7.91	5.13	96.80	32.92
CTR2GUA	28.87	7.92	5.10	94.93	21.50
		Continental			
PME3GUA	29.59	7.96	37.74	88.30	8.52
CTR3GUA	29.32	8.13	40.23	92.00	8.40
PME4GUA	29.93	7.63	6.13	76.88	5.97
CTR4GUA	30.57	8.45	7.28	111.47	7.35
PME5GUA	30.94	8.00	6.78	96.57	7.97
CTR5GUA	31.63	8.84	40.06	93.75	8.01
PME6GUA	27.61	7.95	30.50	94.70	8.42
CTR6GUA	30.18	8.29	33.63	88.30	8.30

T: Temperatura; pH: Potencial de Hidrógeno; OD: Oxígeno Disuelto; %OD: Porcentaje de Oxígeno Disuelto; CON: Conductividad.

En Honduras los valores promedio de pH se encuentran dentro de los estándares ambientales de aguas continentales y aguas marinas. (EPA, 2000). Los valores promedio de OD en todas las estaciones presentaron valores por debajo de los estándares de calidad ambiental. (7.5 mg/L o más). Los valores de sólidos en suspensión se encontraron levemente por encima de los estándares de calidad ambiental (5.5 mg/L).

Cuadro 5: Valores promedio de variables de parámetros bioecológicos en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Honduras durante la época lluviosa de 2005

Puntos de Muestreo	Variables							
	T(°C)	PH	OD ^{mg/L}	%OD	CON	TSD	TB	Sal
Marino								
PME1HON	29.17	8.53	7.73	100.00	151.09	7.21	10.97	25.19
CTR1HON	29.08	8.56	6.54	100.37	162.72	9.56	6.57	25.42
PME2HON	30.22	8.46	4.71	67.97	61.54	6.48	6.83	24.26
CTR2HON	28.58	7.18	6.10	75.70	122.59	6.16	181.33	25.56
Continental								
PME3HON	25.10	6.75	4.02	50.67	13.18	1.01	8.80	0.18
CTR3HON	25.46	6.98	2.31	27.47	0.95	3.37	12.77	0.47
PME4HON	26.40	7.99	4.92	100.00	85.49	6.02	250.70	0.12
CTR4HON	26.03	7.77	4.74	89.00	88.16	5.71	254.40	0.11
PME5HON	27.01	7.69	6.20	100.00	29.74	1.87	61.20	0.05
CTR5HON	26.60	7.62	5.86	82.35	55.70	1.85	50.07	0.04

T: Temperatura; pH: Potencial de Hidrógeno; OD: Oxígeno Disuelto; %OD: Porcentaje de Oxígeno Disuelto; CON: Conductividad; TSD: Total de Sólidos Disueltos; TB: Turbidez; Sal: Salinidad.

En Belice los valores promedio de pH se encuentran por encima de los estándares ambientales para aguas marinas, encontrando los valores mayores en CTR1BEL, PME6BEL y CTR6BEL. Los valores promedio para OD todas las estaciones presentaron valores permisibles por los estándares de calidad ambiental (7.5 mg/L o más), mientras que los valores de sólidos en suspensión se encontraron levemente por debajo de los estándares de calidad ambiental (5.5 mg/L).

Cuadro 6: Valores promedio de variables de parámetros bioecológicos en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Belice durante la época lluviosa de 2005 (Abreviaturas ver Cuadro 5)

Puntos de Muestreo	Variables							
	T (°C)	pH	OD ^{mg/L}	% OD	CON	TSD	TB	Sal
PME1BEL	28.44	9.00	8.00	127.37	14.20	1.504	171.53	14.20
CTR1BEL	28.63	9.15	8.33	116.43	14.00	1.485	102.05	14.00
PME2BEL	29.24	8.95	6.24	83.17	31.20	3.049	125.40	31.20
CTR2BEL	29.00	8.91	4.79	74.37	33.83	3.285	114.90	33.83
PME3BEL	29.89	9.00	5.27	89.43	35.32	3.493	124.17	35.32
CTR3BEL	29.04	8.86	6.70	109.67	21.06	2.157	76.07	21.06
PME4BEL	29.72	8.98	10.43	175.60	35.28	2.321	33.63	35.28
CTR4BEL	29.28	8.99	10.27	123.13	35.44	3.02	147.37	35.44
PME5BEL	29.81	8.96	5.82	99.80	35.96	3.52	144.72	35.96
CTR5BEL	29.67	8.98	6.31	90.33	35.42	3.04	119.87	35.42
PME6BEL	29.61	9.03	9.67	152.57	32.52	3.182	161.43	32.52
CTR6BEL	30.59	9.04	8.62	135.83	31.55	3.085	97.70	31.55

Los valores promedio de las variables consideradas dentro de la categoría de intervenciones antropogénicas para los tres países se detallan a continuación.

Intervenciones antropogénicas

Guatemala presentó concentraciones de nitratos dentro de los niveles permisibles de los estándares de calidad (10 mg/L o menos); sin embargo para PME2GUA de la condición marina se presentó un valor promedio elevado (16.7 mg/L). Los valores de fosfatos para la sección marina se presentaron por encima de los valores permisibles de los estándares de calidad (0.05 mg/L). De los metales pesados los valores de Pb se presentaron por encima de los estándares de calidad ambiental (EPA, 2000)

Cuadro 7: Valores promedio de variables de intervenciones antropogénicas en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Guatemala durante la época lluviosa de 2005

Puntos de Muestreo	Nutrientes					Metales Pesados				
	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L	Ortofosfatos mg/L	Fosfatos mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Cinc mg/L	Cromo mg/L	Plomo mg/L
	Marino									
PME1GUA	0.52	3.77	0.01	0.29	0.04	0.39	0.24	0.57	0.02	2.66
CTR1GUA	0.02	3.68	0.01	0.42	0.31	0.25	0.25	0.58	0.03	2.99
PME2GUA	0.03	16.7	0.01	0.65	0.22	0.42	0.25	0.47	0.03	2.10
CTR2GUA	0.15	3.72	0.01	1.70	0.83	0.17	0.25	0.66	0.03	2.46
	Continental									
PME3GUA	0.06	3.44	0.01	0.47	0.80	0.22	0.24	0.02	0.04	0.34
CTR3GUA	0.04	3.83	0.00	0.07	0.35	0.29	0.25	0.03	0.03	0.46
PME4GUA	0.05	3.38	0.01	0.27	0.22	0.34	0.09	0.26	0.25	0.44
CTR4GUA	0.02	3.80	0.01	0.28	0.12	0.09	0.17	0.17	0.09	0.52
PME5GUA	0.02	1.11	0.01	0.12	0.23	0.29	0.25	0.08	0.03	0.50
CTR5GUA	0.02	1.71	0.01	0.16	0.43	0.22	0.25	0.04	0.03	0.42
PME6GUA	0.08	0.89	0.01	0.14	0.35	0.27	0.25	0.10	0.04	0.33
CTR6GUA	0.02	0.61	0.01	0.34	0.45	0.20	0.33	0.19	0.04	0.44

Honduras presentó concentraciones de nitratos se presentaron por debajo de los niveles permisibles de los estándares de calidad (10 mg/L o menos); sin embargo los valores de fosfatos se presentaron sobre los valores permisibles (0.03 mg/L para aguas continentales y 0.05 mg/L para aguas marinas) tanto para las estaciones de la condición marina como continental. De los metales pesados los valores de Pb se

presentaron por encima de los estándares de calidad ambiental para la vida acuática (EPA, 2000).

Cuadro 8: Valores promedio de variables de intervenciones antropogénicas en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Honduras durante la época lluviosa de 2005

Puntos de Muestreo	Nutrientes					Metales Pesados				
	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L	Ortofosfatos mg/L	Fosfatos mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Cinc mg/L	Cromo mg/L	Plomo mg/L
	Marino									
PME1HON	0.10	0.25	0.75	0.04	3.59	0.07	0.28	0.03	0.02	0.35
CTR1HON	0.09	0.28	1.09	0.17	2.12	0.45	0.50	0.01	0.09	0.41
PME2HON	0.16	0.18	0.78	0.02	3.89	0.15	0.57	0.02	0.02	0.17
CTR2HON	0.10	0.24	0.86	0.03	3.31	0.04	0.32	0.01	0.07	0.37
	Continental									
PME3HON	0.44	0.24	0.07	0.02	0.69	0.11	0.23	0.02	0.14	0.72
CTR3HON	0.40	0.55	0.14	0.08	0.92	0.36	1.67	0.02	0.25	0.51
PME4HON	0.03	1.84	0.33	0.20	1.89	0.32	1.94	0.09	0.49	0.72
CTR4HON	0.12	1.49	0.24	0.34	0.83	0.29	0.69	0.08	0.38	0.77
PME5HON	0.25	0.45	0.12	0.12	0.68	0.22	0.59	0.03	0.32	0.36
CTR5HON	0.17	0.46	0.12	0.07	0.54	0.16	0.65	0.04	0.15	0.33

Belice presentó las concentraciones de amonio, nitratos y nitritos por debajo de los niveles permisibles de los estándares de calidad (10 mg/L o menos). Sin embargo para la variable de fosfatos las concentraciones se presentaron por encima de los estándares de calidad (0.05 mg/L). Las concentraciones de Pb se presentaron por encima de los estándares de calidad ambiental para la vida acuática (EPA, 2000).

Cuadro 9: Valores promedio de variables de intervenciones antropogénicas en los puntos de muestreo experimental y controles de la evaluación del hábitat del manatí en Belice durante la época lluviosa de 2005

Puntos de Muestreo	Nutrientes					Metales Pesados				
	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L	Ortofosfatos mg/L	Fosfatos mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Cinc mg/L	Cromo mg/L	Plomo mg/L
PME1BEL	0.09	1.40	0.02	0.09	0.24	0.42	0.36	0.27	0.11	2.66
CTR1BEL	0.07	0.45	0.02	0.05	0.19	0.10	0.19	0.50	0.08	2.53
PME2BEL	0.14	0.85	0.03	0.05	0.13	0.13	0.34	0.98	0.10	4.05
CTR2BEL	0.06	0.85	0.02	0.03	0.13	0.21	0.44	0.79	0.02	4.58

Puntos de Muestreo	Nutrientes					Metales Pesados				
	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L	Ortofosfatos mg/L	Fosfatos mg/L	Hierro mg/L	Manganeso mg/L	Cinc mg/L	Cromo mg/L	Plomo mg/L
PME3BEL	0.06	0.97	0.01	0.08	0.10	0.47	0.32	1.34	0.08	5.57
CTR3BEL	0.08	1.19	0.01	0.07	0.12	0.28	0.42	0.35	0.14	6.08
PME4BEL	0.07	1.12	0.01	0.11	0.05	0.31	0.22	1.11	0.09	5.50
CTR4BEL	0.04	1.69	0.01	0.20	0.07	0.64	0.31	0.98	0.04	4.71
PME5BEL	0.05	0.85	0.01	0.09	0.09	0.40	0.15	0.70	0.08	4.46
CTR5BEL	0.04	2.53	0.01	0.12	0.13	0.36	0.23	0.88	0.06	4.65
PME6BEL	0.08	0.56	0.01	0.14	0.07	0.47	0.20	0.79	0.12	4.14
CTR6BEL	0.11	1.22	0.01	0.51	0.16	0.56	1.41	1.17	0.14	4.66

7.1.1.1 Análisis Estadístico

Análisis de Componentes Principales (análisis exploratorio)

El análisis de componentes principales fue realizado para las condiciones: Marino y Continental. Los resultados del análisis permitieron observar el comportamiento en las varianzas de cada parámetro, a fin de determinar las variables que explican las diferencias entre los sitios de muestreo (PME y CTR). En el presente análisis, 18 variables de Nutrientes (amonio, nitratos, nitritos, fosfatos y ortofosfatos), Metales Pesados (Pb, Zn, Mn, Fe, Cr), Parámetros fisicoquímicos (pH, temperatura, total de sólidos disueltos, salinidad, conductividad y turbidez), Oxígeno disuelto y Porcentaje de Oxígeno Disuelto fueron estudiadas. Sin embargo, muchas de ellas, debido al uso de diferentes sondas multiparamétricas, falta de algunos reactivos, no permitieron tener todos los valores de mediciones durante los tres muestreos para cada uno de los países. Las variables con el mayor número de mediciones (por lo menos dos de las tres mediciones para cada una de las condiciones) fueron analizadas mediante esta prueba estadística. Se seleccionaron las variables que tenían menor número de datos faltantes para hacer el análisis. Septiembre presentó la mayor cantidad de repeticiones para ocho variables, mientras que octubre y noviembre las presentaron para 10 variables.

Se realizaron dos análisis de componentes principales: uno para cada mes con ocho variables, y uno para octubre y noviembre, con 10 variables. Las ocho variables para el mes de septiembre fueron temperatura, pH, Fe, Mn, Zn, Cr, Pb, y NH₄. Las 10 variables para los meses de octubre y noviembre fueron temperatura, pH, Fe, Mn, Zn, Cr, Pb, NH₄, ORTP, y PO₄. Para los cuales se determinó dos componentes principales que variaron a través del tiempo siendo estos:

- CP1: Siendo este el valor de pH y
- CP2: Siendo este el valor de Pb

Los valores de varianza se ven expresados en porcentajes en cada uno de los componentes.

Cuadro 10: Porcentajes de varianza total explicada por los dos primeros componentes principales CP1: valor de pH en los meses de septiembre, octubre y noviembre, con las variables pH, Fe, Mn, Zn, Cr, Pb, y NH₄; CP2: valor de Pb en los meses de octubre y noviembre con las variables pH, Fe, Mn, Zn, Cr, Pb, NH₄

		%CP1	%CP2	TOTAL
8 variables	Septiembre	0.30	0.17	0.47
	Octubre	0.38	0.29	0.67
	Noviembre	0.38	0.23	0.61
10 variables	Octubre	0.39	0.23	0.62
	Noviembre	0.35	0.29	0.54

Las variables pH y Pb presentaron las contribuciones más importantes a los dos primeros componentes principales, tal como se observa en el Cuadro 6. No es posible describir una tendencia en los análisis con 8 variables, pero en los análisis con 10 variables es evidente que ambas son las variables más importantes para el primer componente principal y explican 39% y 43% de la información en los datos para octubre y noviembre, respectivamente.

Cuadro 11: Variables con los tres coeficientes más elevados para los dos primeros componentes principales. Donde CP1: es el valor de pH y CP2: es el valor de Pb

		CP1		CP2	
		Variable	Coefficiente	Variable	Coefficiente
8 variables	Septiembre	Zn	0.54	Mn	0.60
		Pb	0.46	Ph	0.40
	Octubre	pH	0.43	Mn	0.42
		Pb	0.40	Pb	0.39
	Noviembre	pH	0.50	Mn	0.50
		Pb	0.43	Zn	0.49
10 variables	Octubre	Pb	0.43	Cr	0.55
		pH	0.39	Mn	0.51
	Noviembre	pH	0.44	Zn	0.45
		Pb	0.41	Mn	0.39

Los resultados se encuentran separados según las condiciones de marino y continental y pueden observarse en las Figuras 4 a la 8. En todas las graficas se puede apreciar una separación de dos grupos en el eje del primer componente principal (eje x). Con algunas excepciones, estos dos grandes grupos representan hábitats continentales (con valores negativos en el eje del primer componente principal) y hábitats marinos (con valores positivos en el eje). Para cada una de las condiciones de estudio (marino y continental) no se observa un patrón de separación entre hábitats con manatí presente o ausente. A partir de los resultados de este análisis exploratorio se puede deducir que no se esperan importantes diferencias de Nutrientes, Metales Pesados, Parámetros fisicoquímicos, Oxígeno disuelto y Porcentaje de Oxígeno Disuelto se observa que las diferencias tanto en condiciones continentales y marinas, mientras que para las variables de potencial de hidrógeno (pH) y en cuanto a metales pesados para plomo, si se presentan estas diferencias. Con los resultados observados en las diferentes gráficas no presentan diferencias entre los hábitats con manatí presente o ausente para cada una de estas condiciones.

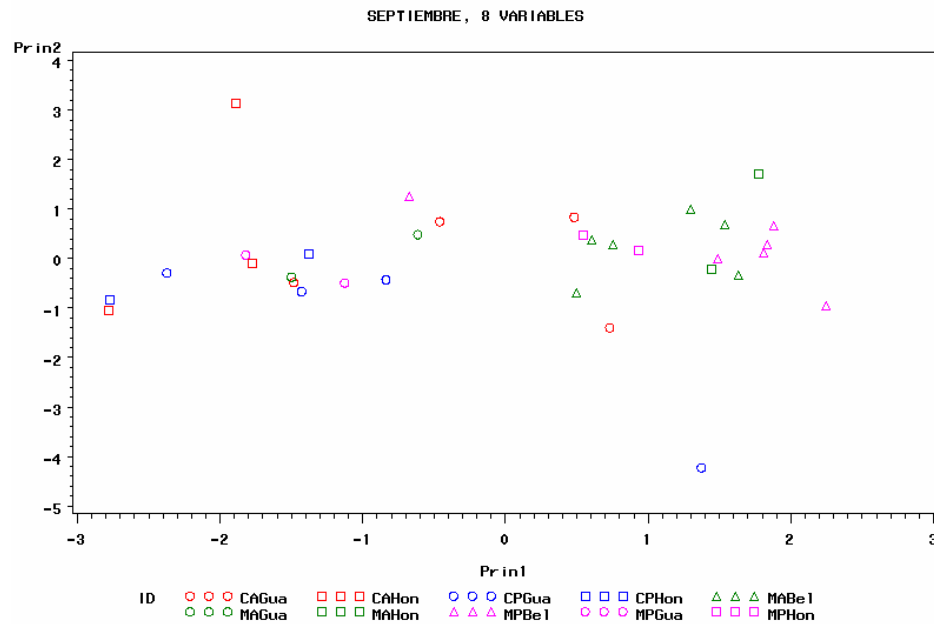


Figura 4. Ordenación de las variables por medio de un análisis de componentes principales para el mes de septiembre utilizando 8 variables. Prin1=componente principal 1- valor de pH; Prin2=componente principal- valor de Pb 2. Colores rojo y azul, hábitats continentales (CA y CP, respectivamente), y verde y rosado hábitats marinos (MA y MP, respectivamente); los círculos representan unidades experimentales en Guatemala, los cuadrados representan unidades experimentales en Honduras y los triángulos, Belice.

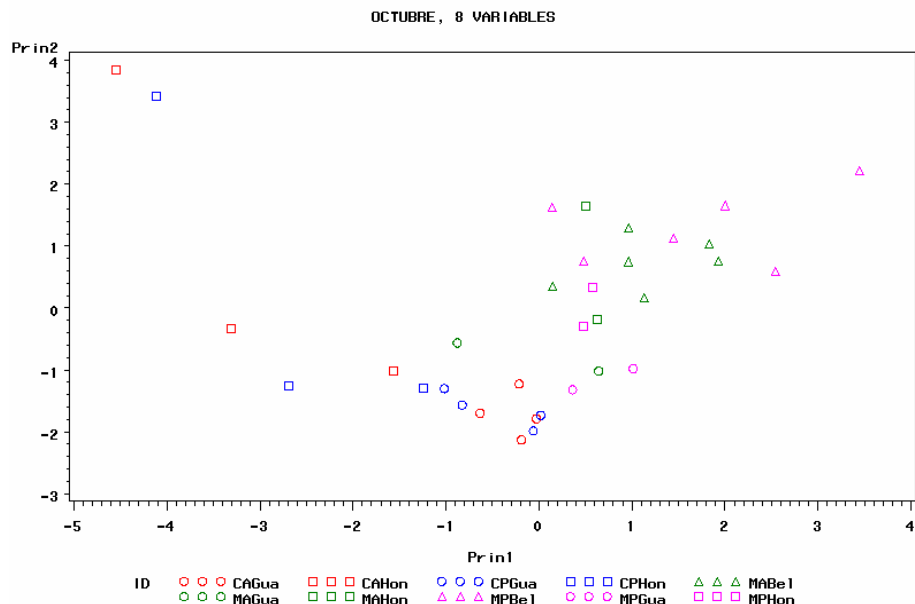


Figura 5. Ordenación de las variables por medio de un análisis de componentes principales para el mes de octubre utilizando 8 variables. Prin1=componente principal 1- valor de pH; Prin2=componente principal- valor de Pb. Colores rojo y azul, hábitats continentales (CA y CP, respectivamente), verde y rosado hábitats marinos (MA y MP, respectivamente); los círculos representan unidades experimentales en Guatemala, los cuadrados representan unidades experimentales en Honduras y los triángulos, Belice.

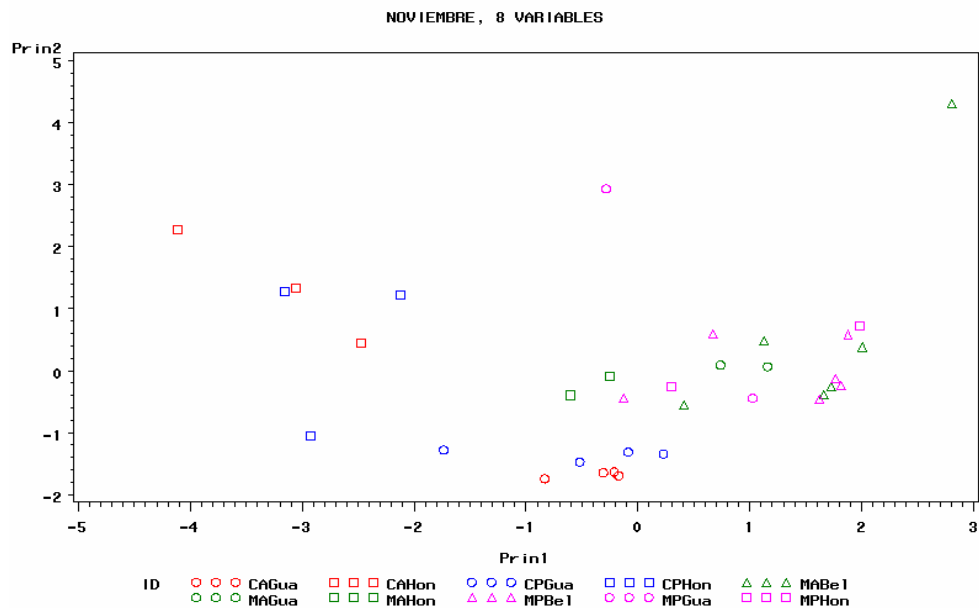


Figura 6. Ordenación de las variables por medio de un análisis de componentes principales para el mes de noviembre utilizando 8 variables. Prin1=componente principal 1- valor de pH; Prin2=componente principal- valor de Pb. Colores rojo y azul, hábitats continentales (CA y CP, respectivamente), verde y rosado hábitats marinos (MA y MP, respectivamente); los círculos representan unidades experimentales en Guatemala, los cuadrados representan unidades experimentales en Honduras y los triángulos, Belice.

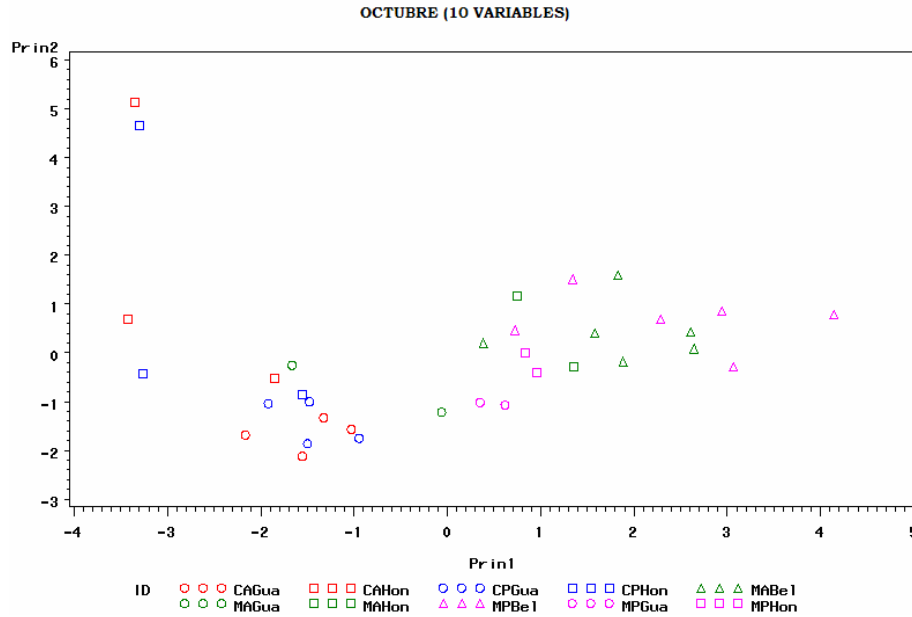


Figura 7. Ordenación de las variables por medio de un análisis de componentes principales para el mes de octubre utilizando 10 variables. Prin1=componente principal 1- valor de pH; Prin2=componente principal- valor de Pb. Colores rojo y azul, hábitats continentales (CA y CP, respectivamente), y verde y rosado hábitats marinos (MA y MP, respectivamente); los círculos representan unidades experimentales en Guatemala, los cuadrados representan unidades experimentales en Honduras y los triángulos, Belice.

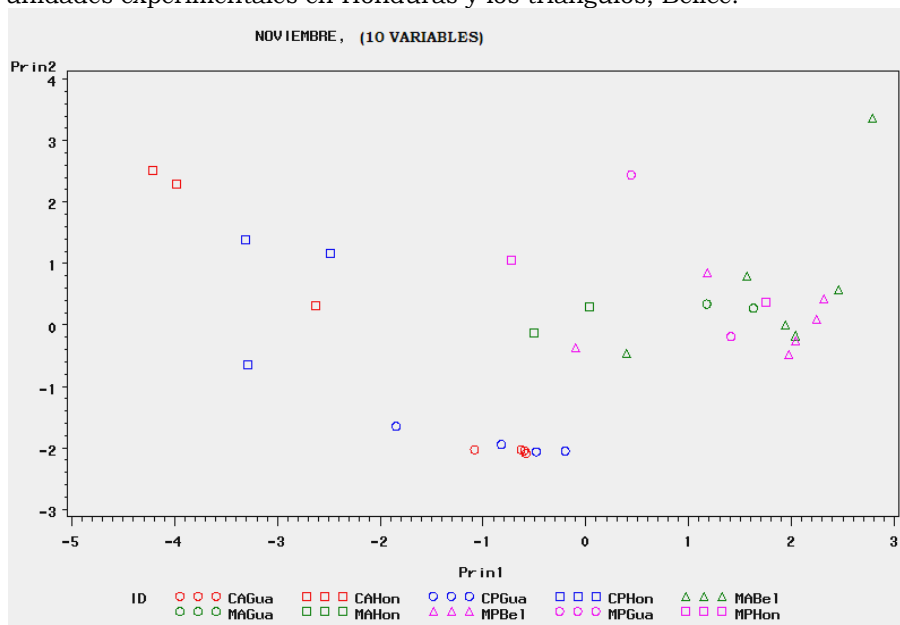


Figura 8. Ordenación de las variables por medio de un análisis de componentes principales para el mes de noviembre utilizando 11 variables. Prin1=componente principal 1- valor de pH; Prin2=componente principal- valor de Pb. Colores rojo y azul, hábitats continentales (CA y CP, respectivamente), y verde y rosado hábitats marinos (MA y MP, respectivamente); los círculos representan unidades experimentales en Guatemala, los cuadrados representan unidades experimentales en Honduras y los triángulos, Belice.

Los parámetros que presentaron mayores diferencias en cuanto a su varianza fueron: pH y Plomo para ambas condiciones (marino y continental). Posteriormente se comparó entre cada una de las condiciones los puntos con presencia (PME) y ausencia (CTR) de manatí para poder observar si las diferencias presentes corresponden a esta condición. Para dichos análisis se realizaron dos pruebas de comparación para las condiciones de manatí presente y ausente; siendo estas Chi² y Análisis de Varianza.

Prueba de Chi² y Análisis de Varianza

Comparando la condición de manatí presente y ausente (PME y CTR) para los ambientes marino y continental se llevó a cabo una prueba de Análisis de Varianza y Chi² fueron realizadas para los parámetros pH y Pb (según los resultados del análisis de componentes principales). Para las pruebas de Chi² se utilizó un nivel de confianza del 95%; mientras que para las pruebas de análisis de varianza se utilizó un nivel de significancia de 0.05.

Cuadro 12: Resultados de Chi² y Análisis de Varianza para las variables pH y Pb en los puntos de muestreo experimental y controles del hábitat del manatí en las condiciones Marino y Continental del Golfo de Honduras

Parámetro	Condición	Valor	Prueba estadística realizada				
			Chi ²		Análisis de Varianza		
			Grados de libertad	Conclusión	F	Grados de libertad	Conclusión
pH	Marino	0.11	9	0.11<16.92	0.01	18:1	0.01<4.41
	Continental	0.07	6	0.07<12.60	0.23	12:1	0.23<4.74
Pb	Marino	0.63	9	0.63<16.92	0.14	18:1	0.14<4.41
	Continental	0.46	6	0.46<12.59	1.11	12:1	1.11<4.75

Los resultados de las pruebas para comparar los PME y CTR tanto para Chi² y análisis de varianza determinaron que estos no presentan distinción alguna, ya que ninguno excedió al valor presentado en las diferentes tablas. Por lo que en todos los casos se aceptó la hipótesis nula de: No existe diferencia entre las varianzas de los PME y CTR. De manera que los anteriormente considerados no permiten explicar la presencia de manatí. Los resultados detallados se pueden observar en el Anexo E.

Regresión logística Ensayos Microbiológicos

En el Cuadro 13 se presentan los resultados de la regresión logística que modela la probabilidad de presencia de (a) Coliformes totales y (b) *E. coli* en cada una de las condiciones (continental manatí presente, continental manatí ausente, marino manatí ausente y marino manatí presente). En general, puede observarse un efecto significativo de la condición y no efecto del tiempo.

Cuadro 13: Resultados de la regresión logística para analizar los efectos del tiempo y condiciones Continental y Marino con respecto a la presencia de Coliformes totales y *E. coli* en los puntos de muestreo experimental y controles del hábitat del manatí en las condiciones Marino y Continental del Golfo de Honduras

Efecto	Coniformes Totales			<i>Escherichia coli</i>		
	Grados de Libertad	Chi ²	p	Grados de libertad	Chi ²	p
Tiempo	2	6.18	0.0456	2	0.59	0.74
Tratamiento	3	21.36	<0.001	3	16.41	0.0009

El estudio de las razones de posibilidades (considerados en este caso como efectos) generadas por el análisis indica las probabilidades de la aparición de coliformes totales y *E. coli* entre cada una de las condiciones. El Cuadro 14 indica de nuevo, que la condición continental es diferente de la marina. Por ejemplo, para Coliformes totales, el efecto CA vs MP tiene un estimador puntual 100. Este valor se interpreta como “la posibilidad de encontrar Coliformes en el tratamiento CA es 100% mas alta que en MP”. Lo mismo aplica para la comparación CP-MP. Puede observarse que las diferencias entre MA y MP son mínimas (0.29% mas posibilidades de encontrar Coliformes en MA que en MP). NOTA: En los resultados de *E. coli* puede verse claramente que la tendencia es la misma que con coliformes totales.

Cuadro 14: Probabilidades de presencia de Coliformes Totales y *E. coli* en las condiciones continental y marina generadas por la regresión logística, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras.

	Efectos	Estimador Puntual	95% Límite de confianza Wald	
Coliformes totales	CA vs MP	117.52	7.38	>999.999
	CP vs MP	117.52	7.38	>999.999
	MA vs MP	0.29	0.06	1.47
<i>Escherichia coli</i>	CA vs MP	20.58	3.6	116.50
	CP vs MP	>999.999	<0.001	>999.999
	MA vs MP	0.52	0.14	1.93

Se realizó un análisis de varianza y un fenograma de agrupación para coliformes totales y *E. coli* para observar si existe alguna diferencia entre las condiciones: Marina

y Continental, y poder observar las similitudes entre cada uno de los puntos de muestreo y controles estudiados. Como se observa en el Anexo D, no fue necesario el análisis de varianza para la condición continental, ya que no existieron diferencias entre los sitios de presencia y ausencia de manatí, razón por la cual dicho análisis únicamente fue realizado para la condición marina, tal como se observa a continuación.

La Figura 9 representa la presencia y ausencia de las siguientes variables: manatí presente (PME) y manatí ausente (CTR) en las condiciones marino y continental, en los tres meses de la época lluviosa de 2005(septiembre, noviembre y diciembre); es decir MPsep, MPoct, MPnov, MAsep, MAoct, MANov, CPsep, CPoct, CPnov, CAsep, CANov y CAoct.

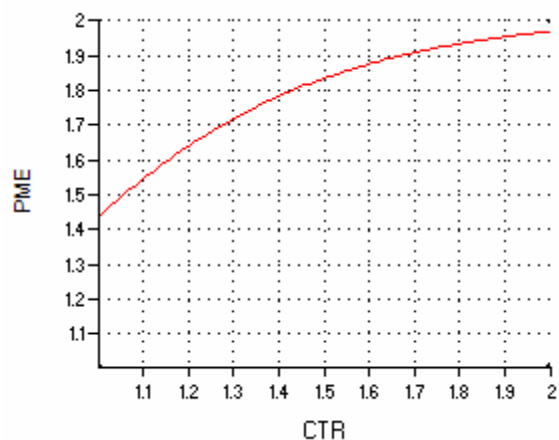


Figura 9: Regresión logística de coliformes totales y *E. coli* para la condición marina en los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) en los tres meses de la época lluviosa (septiembre, octubre y noviembre) de 2005. Donde: MP: Marino presente, MA: Marino ausente, CP: Continental presente CA: Continental ausente

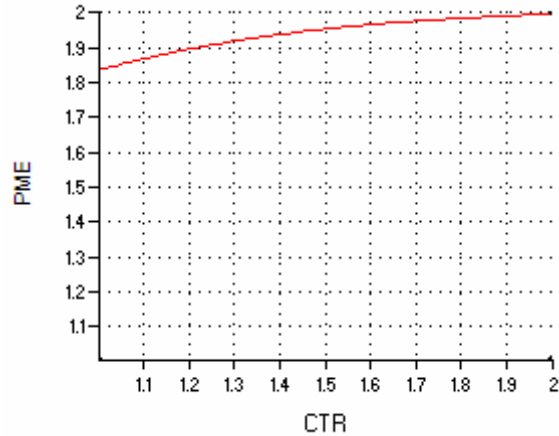


Figura 10: Regresión logística de coliformes totales y *E. coli* para la condición continental en los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) en los tres meses de la época lluviosa (septiembre, octubre y noviembre) de 2005. Donde: MP: Marino presente, MA: Marino ausente, CP: Continental presente, CA: Continental ausente

Como se observa en las anteriores figuras, la regresión indica un patrón más definido para la condición marina que para la continental. De manera que análisis de varianza fue realizado únicamente para la condición marina, tal como se observa a continuación.

Cuadro 15: Resultados del análisis de varianza entre los puntos de muestreo experimental y controles de la condición marina, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras.

Parámetro	F	Grados de libertad	p
Coliformes totales	1.657	58:1	4.00
<i>E. coli</i>	1.349	58:1	4.00

Los análisis de varianza determinaron que no existen diferencias significativas y por lo tanto los puntos de muestreo experimentales y controles en la condición marina se comportan de la misma manera. Debido a que no hay diferencias significativas entre los PME y CTR se realizó un dendrograma para observar similitudes en los sitios de muestreo (PME y CTR) a través del tiempo entre los países del Golfo. Se observa que los puntos PME/CTR6BEL de octubre y noviembre, PME/CTR2HON de octubre, PME/CTR1GUA de septiembre y noviembre y PME/CTR1HON de octubre y noviembre forman una agrupación. Mientras que una segunda agrupación se observa para PME/CTR2HON de noviembre, PME/CTR1GUA de octubre, PME/CTR2GUA de

octubre y PME/CTR2BEL de noviembre. El análisis Cluster de Coliformes totales muestra estas agrupaciones.

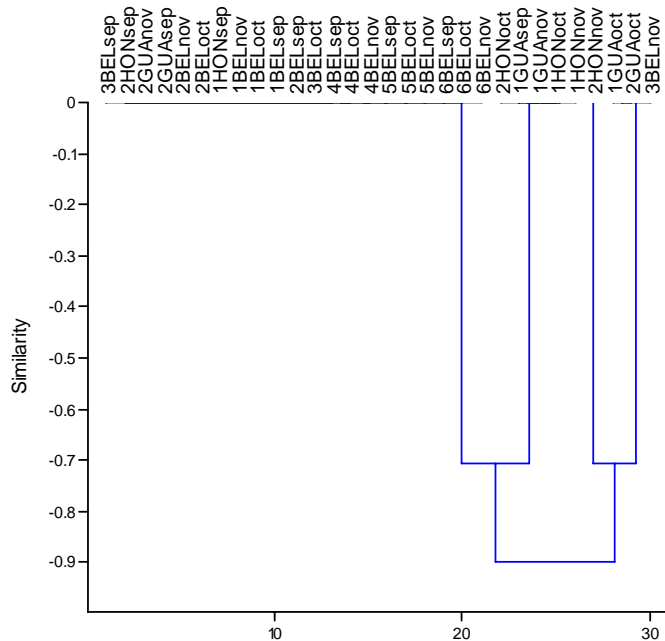


Figura 11: Fenograma de relación de similitud de Coliformes totales, para la condición marina basada en la medida de similitud Euclideana en los puntos de muestreo experimental y controles de la condición marina, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

El fenograma que muestra las relaciones de similitud para la presencia de *E. coli* muestra agrupaciones entre PME/CTR6BEL de octubre y noviembre junto con PME/CTR2HON de octubre, PME/CTR1GUA para septiembre y noviembre y PME/CTR2GUA para noviembre. Mientras que una segunda agrupación se observa para PME/CTR2HON de septiembre y noviembre, PME/CTR1GUA de octubre, PME/CTR1HON de septiembre, PME/CTR2GUA de octubre y PME/CTR3BEL de noviembre.

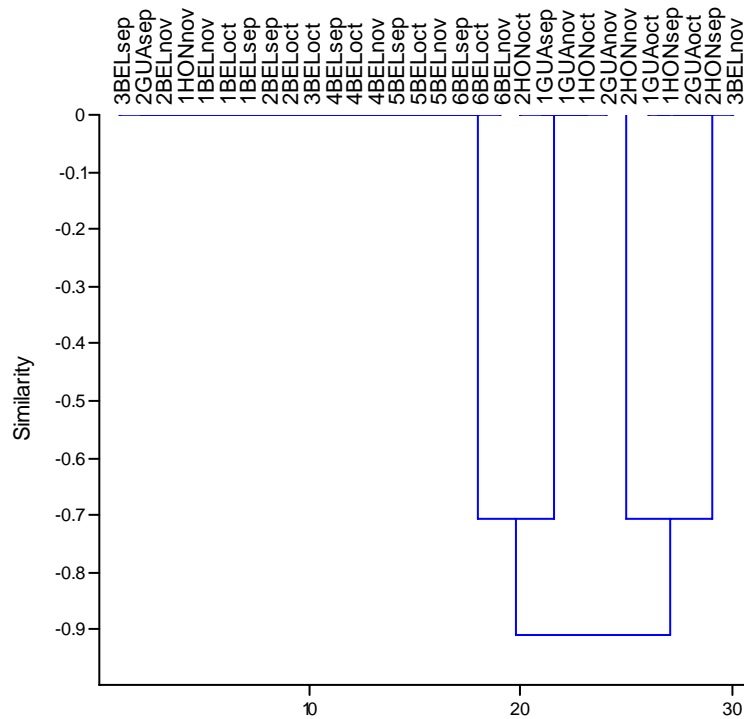


Figura 12: Fenograma de relación de similitud de *E. coli*, para la condición marina, basada en la medida de similitud Euclideana, los puntos de muestreo experimental y controles de la condición marina, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

Debido a que los análisis de varianza determino que no existen diferencias significativas y por lo tanto los puntos de muestreo experimentales y controles en la condición continental se comportan de la misma manera se realizó un dendrograma de agrupación (cluster) general para la condición continental y de esta manera observar las similitudes en los puntos a través del tiempo. Se observa que la agrupación de los puntos PME/CTR6GUA octubre, noviembre y PME/CTR3GUA de septiembre para Coliformes totales.

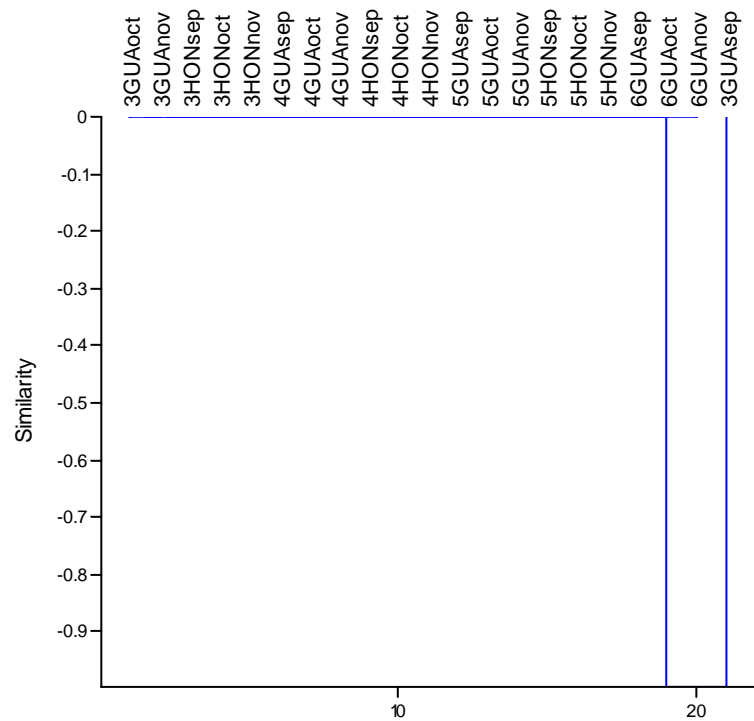


Figura 13: Fenograma de relación de similitud de Coliformes totales, para la condición continental, basada en la medida de similitud Euclideana, los puntos de muestreo experimental y controles de la condición marina, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

El fenograma de agrupación para *E. coli* muestra una agrupación entre PME/CTR6GUA de septiembre y octubre con PME/CTR3GUA de septiembre.

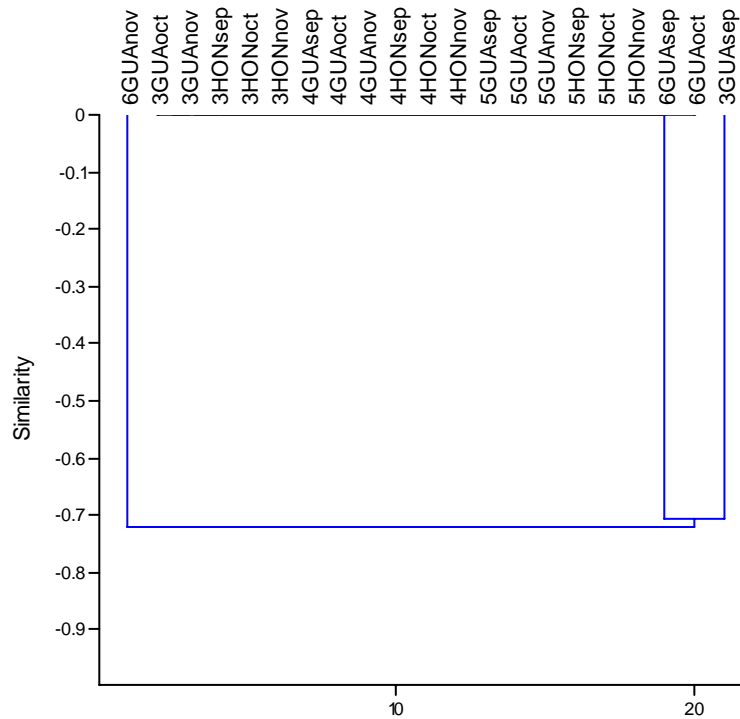


Figura 14: Fenograma de relación de similitud de *E. coli*, para la condición continental, basada en la medida de similitud Euclidean, los puntos de muestreo experimental y controles de la condición marina, durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

7.2 VEGETACION ACUATICA SUMERGIDA, EMERGENTE E INUNDABLE

Un total de 91 especies fueron encontradas para el Golfo de Honduras, de las cuales solamente *Caulerpa sp*, *Thalassia testudinum*, *Halophila sp.* y *Ruppia maritima* correspondientes al ambiente marino fueron encontradas en más de uno de los países del Golfo. Un total de 54 (60%) de estas especies corresponden a la condición continental; mientras que 37 (40%) corresponden a la condición marina. El listado de especies por país y su distribución se describe a continuación:

Cuadro 16: Listado de las especies vegetales encontradas en los puntos de muestreo experimental y controles de Guatemala durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

No.	Nombre científico	Abrev.	Distribución
1	<i>Cabomba sp.</i>	Ca	Continental
2	<i>Ceratophyllum sp.</i>	Ce	Continental
3	<i>Halophila decipiens</i> , Ostenf	Hd	Marina
4	<i>Halophila sp.</i>	Hsp.	Marina
5	<i>Hydrilla verticillata</i> Delile	Hv	Continental
6	<i>Najas graminea</i> , Delile	Ng	Continental
7	<i>Najas guadalupensis</i> , Spreng	Ngu	Continental
8	<i>Najas sp3</i>	Nsp3	Continental
9	<i>Potamogeton foliosus</i> , Raf	Pf	Continental
10	<i>Potamogeton illinoensis</i> , Morong	Pi	Continental
11	<i>Potamogeton sp.</i>	Psp.	Continental
12	<i>Ruppia maritima</i> , Linnaeus	Rm	Marina
13	<i>Thalassia testudinum</i> , Banks ex König	Tt	Marina
14	<i>Vallisneria americana</i> , Michx	Va	Continental

En Guatemala, solamente cuatro (28%) especies corresponden a la condición marina, mientras que las restantes 10 (94%) son de origen continental.

Cuadro 17: Listado de las especies vegetales encontradas en los puntos de muestreo experimental y controles de Honduras durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

No.	Nombre científico	Abrev.	Distribución	No.	Nombre científico	Abrev.	Distribución
1	<i>Azolla sp.</i>	Az	Continental	25	<i>Panicum virgatum</i> , Linnaeus	Pv	Continental
2	<i>Bignoniaceae</i>	Big	Continental	26	<i>Paspalidium germinatum</i> , (Forsk.) Stapf	Pg	Continental
3	<i>Brachiaria mutica</i> , Forsk	Bm	Continental	27	<i>Paspalidium sp.</i>	Psp.	Continental
4	<i>Brachiaria sp.</i>	Bra	Continental	28	<i>Paspalum repens</i> auct. non Berg.	Pr	Continental
5	<i>Caulerpa sp.</i>	Causp	Marina	29	<i>Pistia stratoites</i> , Linnaeus	Pst	Continental
6	<i>Convolvulaceae</i>	Con	Continental	30	<i>Poaceae</i>	Poa	Continental
7	<i>Cyperus pseudovegetus</i> , Steud	Cp	Continental	31	<i>Poaceae 1</i>	Poa1	Continental
8	<i>Eichornia crassipes</i> ,	Ec	Continental	32	<i>Poaceae2</i>	Poa2	Continental
9	<i>Eichornia heterosperma</i>	Eh	Continental	33	<i>Polygonium sp.</i>	Po	Continental
10	<i>Eleocharis montana</i> ,	Em	Continental	34	<i>Pontederia</i>	Ps	Continental

No.	Nombre científico	Abrev.	Distribución	No.	Nombre científico	Abrev.	Distribución
	(Kunth) Roemer & J.A. Schultes				<i>sagitata</i> , Linnaeus		
11	<i>Eleocharis sp.</i> R. Br.	Esp.	Continental	35	<i>Rhabdadenia biflora</i> Jacq. Muell	Rb	Continental
12	<i>Estrella</i>	Es	Continental	36	<i>Sagitaria sp.</i>	Sa	Continental
13	<i>Halimeda sp.</i>	Hasp.	Marina	37	<i>Salvinia sp1</i>	Sma	Continental
14	<i>Jussiaea repens</i> , Linnaeus	Jr	Continental	38	<i>Salvinia sp</i>	Ssp	Continental
15	<i>Leersia hexandra</i> , Sw	Le	Continental	39	<i>Sesbania sp.</i>	Ssp.	Continental
16	<i>Luciola integrifolia</i> ,	Li	Continental	40	<i>Sesbania umbins</i> , Scop	Su	Continental
17	<i>Ludwinia sp.</i> ,	Lu	Continental	41	<i>Sp 9</i>	Sp9	Continental
18	<i>Malvaceaea</i>	Ma	Continental	42	<i>Sp1</i>	Sp1	Continental
19	<i>Mimosa sp</i>	Mi	Continental	43	<i>Sp10</i>	Sp10	Continental
20	<i>Mimosaceae</i>	Misp.	Continental	44	<i>Sp12</i>	Sp12	Continental
21	<i>Montrichardia arborescente</i> ,	Mar	Continental	45	<i>Sp6</i>	Sp6	Continental
22	<i>Panicum grande</i> , Linnaeus	Pgr	Continental	46	<i>Thalassia testudinum</i> , Banks ex König	Tt	Marina
23	<i>Panicum sp.</i>	Pasp.	Continental	47	<i>Typha sp.</i> , Linnaeus	Ty	Continental
24	<i>Panicum sp.1</i>	Pasp1	Continental				

En Honduras, solamente tres (6%) especies corresponden a la condición marina, mientras que las restantes 44 (94%) son de origen continental.

Cuadro 18: Listado de las especies vegetales marinas encontradas en los puntos de muestreo experimental y controles de Belice durante la época lluviosa 2005 del Golfo de Honduras

No.	Nombre científico	Abrev.	No.	Nombre científico	Abrev.
1	<i>Acetabularia crenulata</i> , Lamouroux	Acr	16	<i>Halodule wrightii</i> , Aschers	Hw
2	<i>Acetabularia sp.</i> ,	Ac	17	<i>Halophila decipiens</i> , Ostenf	Hd
3	<i>Caulerpa cupresoides</i> , C. Agardh	Cc	18	<i>Halophila sp.</i> , Endl	Hsp.
4	<i>Caulerpa sp.</i>	Causp	19	<i>Penicillus dumetosis</i> , J. B. de Lamarck,	Pd
5	<i>Caulerpa taxifolia</i> , C. Agardh	Ct	20	<i>Porifera</i>	P
6	<i>Caulerpa verticillata</i> , J. Ag	Cv	21	<i>Ruppia maritima</i> , Linnaeus	Rm
7	<i>Chamaedoris peniculum</i> , Montagne	Chp	22	<i>Scinaia complanata</i> , Collins	Sc
8	<i>Cladophora sp</i>	Cl	23	<i>Syringodium filiforme</i> ,	Sf
9	<i>Codium intertextum</i> , Stackhouse	Ci	24	<i>Thalassia testudinum</i> , Banks ex König	Tt
10	<i>Drudesnaya crassa</i> ,	Dc	25	<i>Udotea conglutinata</i> , Lamouroux	Uc
11	<i>Gelidela acerosa</i>	Gac	26	<i>Udotea dixonii</i> , Lamouroux	Ud
12	<i>Gelidium americanum</i> , (W. Taylor) Santelices	Ga	27	<i>Udotea flabellum</i> , Lamouroux	Uf
13	<i>Gelidium sp.</i>	Ge	28	<i>Udotea spinulosa</i> , Lamouroux	Us
14	<i>Halimeda incrassata</i> , Ellis & Lamouroux	Hi	29	<i>Ulva lobata</i> , Kutz	Ul
15	<i>Halimeda macroloba</i> , Ellis & Lamouroux	Hm	30	<i>Ulva sp.</i>	Usp.

En Belice el 100% de las especies corresponde a la condición marina, ya que no se consideraron puntos de muestreo dentro de la condición continental.

Mediante la utilización de los cuadrantes de Braun-blanquet y de la utilización de un nucleador de área 0.02m², se estimaron los valores de densidad y biomasa húmeda y seca.

Cuadro 19: Valores promedio de densidades y biomasa seca para condición marina de la época lluviosa 2005, en los tres países del Golfo de Honduras

País	Densidad (ind/ m ²)			Biomasa					
	CTR	PME	Total	Húmeda (gr/ m ²)			Seca (gr/ m ²)		
				CTR	PME	Total	CTR	PME	Total
Guatemala	1983	7500	4483	8176	3126	11302	1359	466	1826
Honduras	2316	3600	5916	8465	11513	19978	1850	2082	3933
Belice	1462	2825	4287	4811	5279	10090	749	1098	1848

La Densidad se presenta mayor para los PME de la condición marina. La Biomasa en peso seco se presenta mayor en los PME de Honduras y Belice, siendo por el contrario para Guatemala mayor valor de biomasa seca para los CTR.

Cuadro 20: Valores promedio de densidades y biomasa seca para condición continental de la época lluviosa 2005, en los tres países del Golfo de Honduras

País	Densidad (ind/ m ²)			Biomasa					
	CTR	PME	Total	Húmeda (gr/ m ²)			Seca (gr/ m ²)		
				PME	CTR	Total	CTR	PME	Total
Guatemala	6085	13740	19825	18451	19712	38163	1248	1412	2660
Honduras	825	4550	5375	3841	28954	67366	2473	4494	6967

La densidad y biomasa seca se presenta mayor para los PME en la condición continental.

Se realizaron análisis de varianza para la densidad y biomasa seca para determinar las diferencias presentes entre los PME y CTR en cada uno de los países.

Cuadro 21: Resultados del análisis de varianza para densidad y biomasa seca entre los puntos de muestro experimental y controles, para la época lluviosa 2005, en los tres países del Golfo de Honduras

País	Parámetro	F	Condición				
			Marina		Continental		
			Grados de libertad	p	F	Grados de libertad	p
Guatemala	Densidad	0.05878	10:1	4.96	2.074	55:1	4.00
	Biomasa Seca	5.341	14:1	4.60	0.2017	70:1	4.00
Honduras	Densidad	9.797	25:1	4.24	9.513	72:1	4.00
	Biomasa	1.983	25:1	4.24	0.5707	54:1	4.08

País	Parámetro	Condición					
		F	Marina Grados de libertad	p	F	Continental Grados de libertad	p
Belice	Seca						
	Densidad	5.191	150:1	3.84	-	-	-
	Biomasa Seca	0.5583	121:1	3.92	-	-	-

Los valores en negrita indican diferencias en las varianzas de PME y CTR dentro de cada una de las condiciones. La mayor cantidad de diferencias se evidenciaron en para la condición marina. Sin embargo se puede notar que para Honduras se presentan variantes en densidad para las dos condiciones.

En el Anexo F se hace una descripción de la caracterización vegetal por país incluyendo cobertura, abundancia y frecuencia para las especies vegetales encontradas por sitio de muestreo.

7.2.1 Análisis Estadístico

Índices de Diversidad

Mediante las abundancias de especies vegetales obtenidas a partir de la metodología de los cuadrantes de Braun-Blanquet, se determinó la diversidad en los tres países para los tres muestreos realizados, además de cada país individualmente. El país que presenta mayor riqueza de especies es Honduras, seguido de Belice y por último Guatemala. El índice de diversidad de Shannon-Weiner presentó el valor más alto en Honduras, seguido de Guatemala y por último Belice. Sin embargo los índices de Uniformidad, que se basan en el número de especies, indican que a través del tiempo, el número de especies se mantuvo por país.

Cuadro 22: *Índices de diversidad para las especies vegetales en los tres países del Golfo de Honduras, durante la época lluviosa del 2005*

País	No. de especies	Uniformidad	Índice de Shannon- Wiener
Guatemala	14	0.74	0.65
Honduras	45	0.83	1.05
Belice	23	0.48	0.50

Se determinaron el índice de diversidad por fecha de muestreo. Los valores más altos por mes y país fueron en Guatemala correspondió al mes de noviembre, Honduras durante el mes de octubre y Belice en septiembre.

Cuadro 23: Índices de diversidad para las especies vegetales analizadas por mes de muestreo en los tres países del Golfo de Honduras, durante la época lluviosa de 2005

País	Fecha	Riqueza	Uniformidad	Índice de Shannon Wiener
Guatemala	Sep	8	0.81	0.56
	Oct	6	0.91	0.54
	Nov	9	0.79	0.58
Honduras	Sep	25	0.85	0.91
	Oct	26	0.79	0.86
	Nov	20	1.31	1.37
Belice	Sep	15	0.57	0.52
	Oct	13	0.60	0.51
	Nov	3	0.17	0.062

Análisis de relación de similitud de las unidades experimentales basado de comunidades vegetales

Se calcularon las coberturas para cada especie en condición.

Utilizando las coberturas se calcularon índices de similitud entre cada una de las unidades experimentales utilizando el índice de Bray-Curtis. Este índice fue seleccionado ya que toma en consideración la abundancia de las especies.

Utilizando la matriz de similitudes se realizó un análisis de agrupamientos (cluster) utilizando el algoritmo “average linkage”. Por lo tanto se presenta un fenograma para cada mes. Debido al programa estadístico utilizado fue necesario crear una nueva nomenclatura.

Cuadro 24 Nomenclatura de los puntos de muestreo experimental y controles de los tres países del Golfo de Honduras para el análisis de similitud de comunidades vegetales

GUATEMALA		HONDURAS		BELICE	
Nueva	Original	Nueva	Original	Nueva	Original
MPGUA1	PME1GUA	MPHON1	PME1HON	MPBEL1	PME1BEL
MAGUA1	CTR1GUA	MAHON1	CTR1HON	MABEL1	CTR1HON
MPGUA2	PME2GUA	MPHON2	PME2HON	MPBEL2	PME2BEL
MAGUA2	CTR2GUA	MAHON2	CTR2HON	MABEL2	CTR2BEL
MPGUA3	PME3GUA	MPHON3	PME3HON	MPBEL3	PME3BEL

MAGUA3	CTR3GUA	MAHON3	CTR3HON	MABEL3	CTR3BEL
MPGUA4	PME4GUA	MPHON4	PME4HON	MPBEL4	PME4BEL
MAGUA4	CTR4GUA	MAHON4	CTR4HON	MABEL4	CTR4BEL
MPGUA5	PME5GUA	MPHON5	PME5HON	MPBEL5	PME5BEL
MAGUA5	CTR5GUA	MAHON5	CTR5HON	MABEL5	CTR5BEL
MPGUA6	PME6GUA			MPBEL6	PME6BEL
MAGUA6	CTR6GUA			MABEL6	CTR6BEL

En estos fenogramas se observa que existe un grupo de unidades experimentales de la condición marina que consistentemente se agrupan juntas (MABEL1, MPHON1, MPBEL5, MAGUA1, MABEL5, MABEL4) y tienen mayor similitud entre si que con cualquier otro grupo. En las Figuras 13 a la 15, se puede observar este comportamiento.

Las agrupaciones de los hábitats continentales son menos consistentes y cuando existen, las similitudes entre ellos son mas bajas que entre los ambientes marinos.

Nota: En cada fenograma se observa un grupo de unidades experimentales que no se agrupan con nada, sino que forma una especie de “peine” . Estas son las unidades donde no se encontraron plantas en el respectivo muestreo.

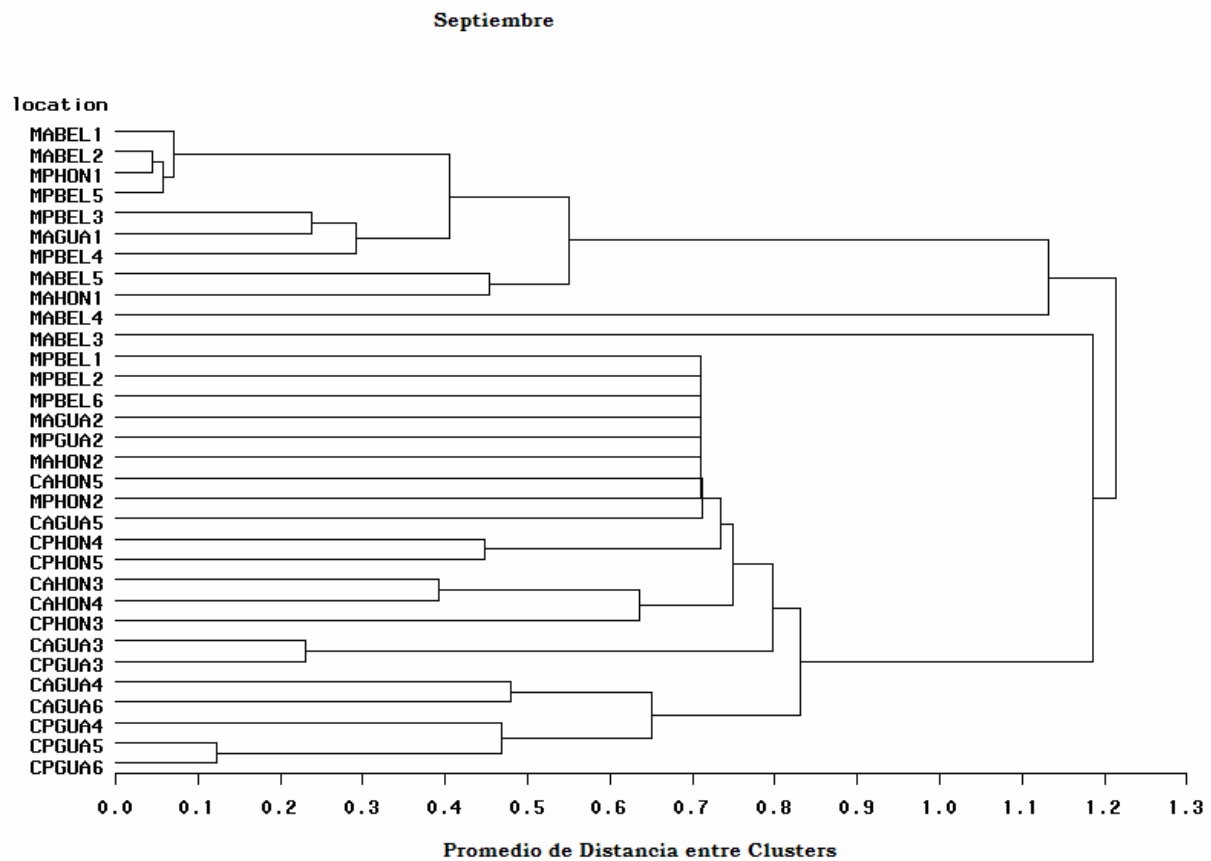


Figura 15. Fenograma de relación de similitud de las especies vegetales en las condiciones continental y marina basado en el índice de similitud Bray-Curtis, utilizando el método unión promedio, durante el mes de septiembre, correspondiente a la época lluviosa 2005 en el Golfo de Honduras

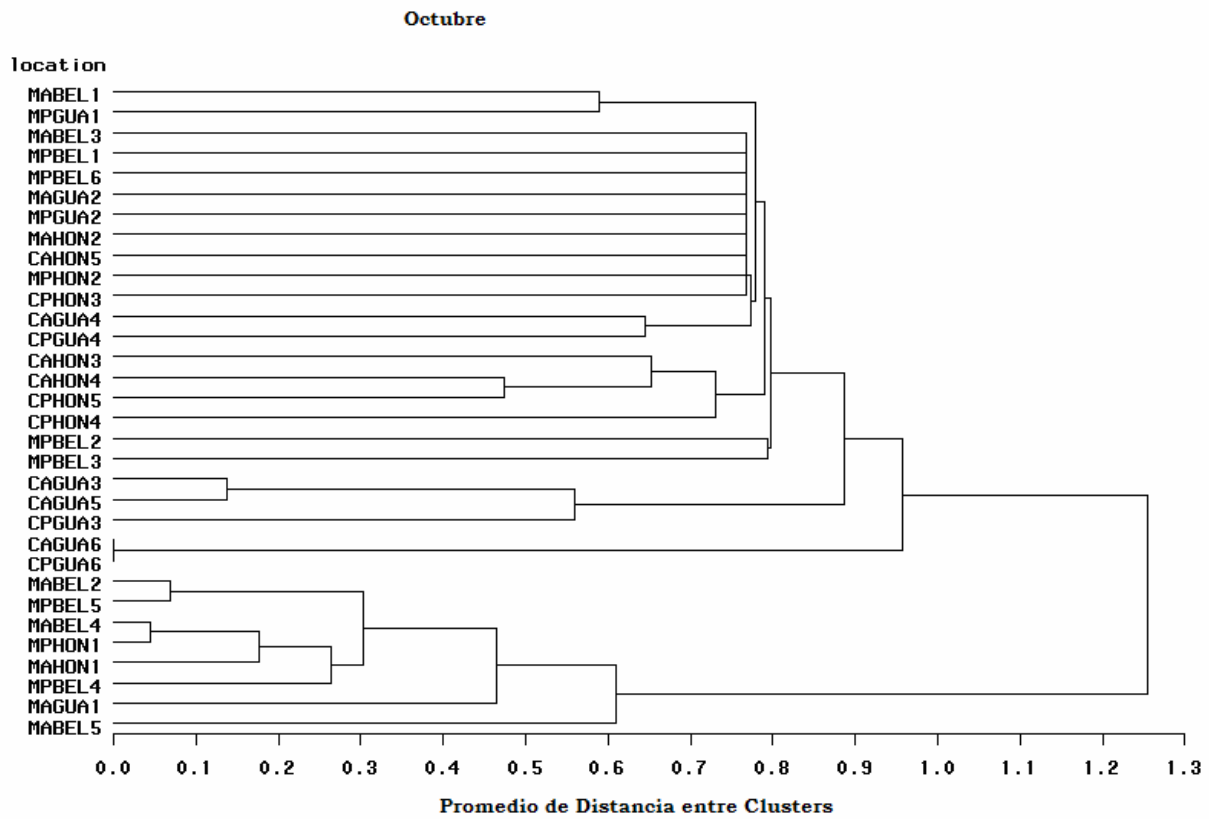


Figura 16: Fenograma de relación de similitud las especies vegetales en las condiciones continental y marina basado en el índice de similitud Bray-Curtis, utilizando el método unión promedio, durante el mes de octubre, correspondiente a la época lluviosa 2005 en el Golfo de Honduras

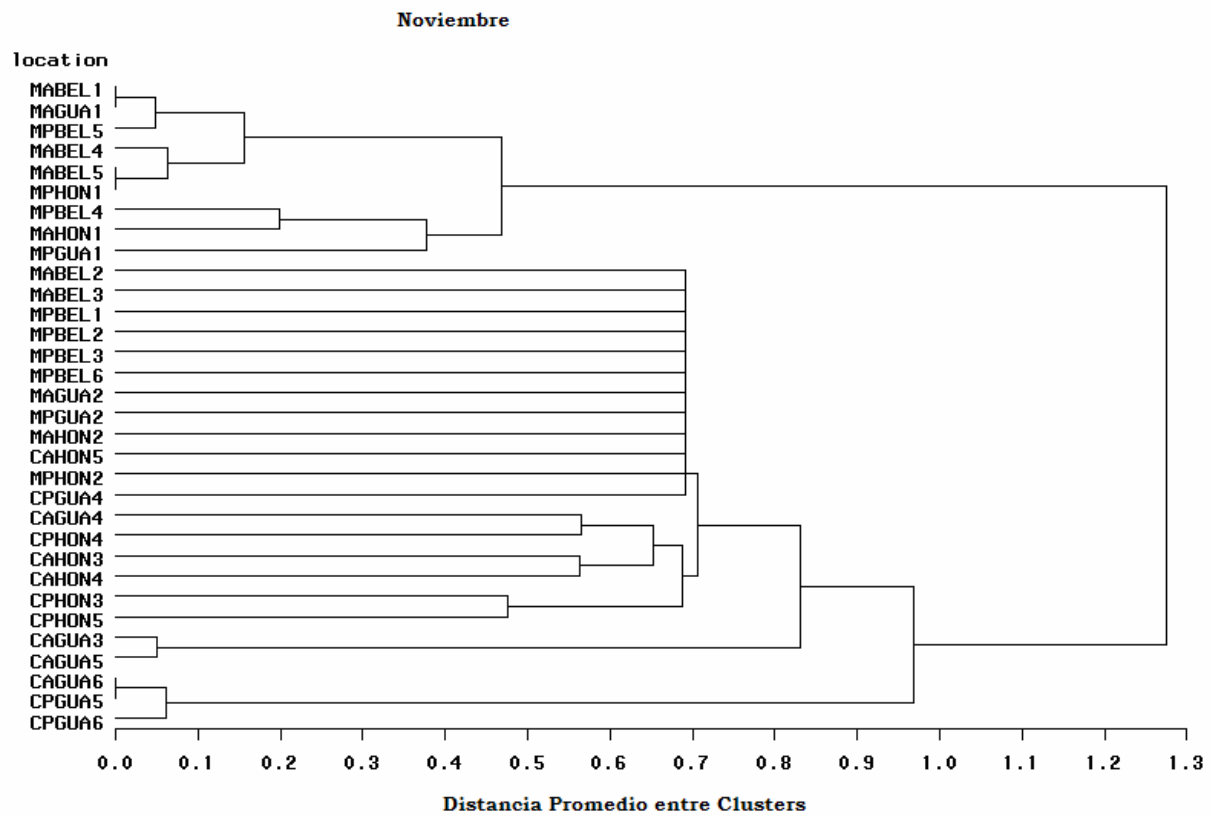


Figura 17: Fenograma de relación de similitud de las especies vegetales en las condiciones continental y marina basado en el índice de similitud Bray-Curtis, utilizando el método unión promedio, durante el mes de noviembre, correspondiente a la época lluviosa 2005 en el Golfo de Honduras

8. DISCUSION DE RESULTADOS

CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOECOLÓGICOS E INTERVENCIONES ANTROPOGÉNICAS

Se analizaron los valores promedio de cada una de las variables de cada país, en Guatemala se observa que los sitios marinos localizados cerca en Livingston (PME2GUA) y Punta de Palma (CTR2GUA), presentan valores promedio elevados de nutrientes, hierro, cinc y plomo. Esta composición corresponde a un alto contenido de nutrientes (amonio, nitratos, nitritos, fosfatos y ortofosfatos) y micronutrientes (hierro, cinc y plomo), los cuales son beneficiosos para ecosistemas en donde la tasa de fijación de estos es alta, sin embargo para dicha área, la presión humana presente por comunidades humanas, tráfico de embarcaciones, turismo, aumenta las concentraciones de estos y por lo tanto estos valores se presentaron elevados.

En Honduras los valores promedio más elevados se presentaron al igual que para Guatemala, en la sección marina de playa Masca (PME2HON) y la desembocadura del río Tulián (CTR2HON) para nutrientes. Esto seguramente por la presión ejercida por las comunidades humanas. El río Tulián, tal como se explica en la sección 2.2.3.1.2; proviene de la parte alta de las montañas pasando por varias comunidades humanas y finalmente desembocando en el mar. En la actualidad en el área se desarrolla una planta de tratamiento de aguas residuales por parte de la cooperación española junto con la Municipalidad de Cortés para reducir estos niveles. Sin embargo, las variables de metales pesados las estaciones de la desembocadura del río Chiquitó, Laguna Jaloa (CTR3HON), Canal Crique Martínez (PME4HON y CTR4HON) los valores de hierro, manganeso, y plomo fueron mayores que en las demás comunidades. La estación CTR3HON los contaminantes podrían provenir de la desembocadura del río Motagua (borde fronterizo entre Guatemala y Honduras) o bien por las actividades agrícolas desarrolladas en una de las fincas cercanas. Las estaciones del Canal Crique Martínez la contaminación presente podría provenir de la comunidad que lleva el mismo nombre a orillas del río, sumado con lo transportado por la parte alta de la cuenca y las actividades agropecuarias presentes en el área.

En Belice los sitios de la laguna de Placencia (PME1BEL), Laguna Indian Hill (PME2BEL) y río Sarstún (CTR6BEL), presentaron los valores más altos de nutrientes. Cada uno de estos sitios presenta diferentes condiciones las cuales son las causas de

estos valores promedio altos. La laguna de Placencia es una comunidad humana grande y de gran importancia turística para el país. Mientras que cerca del sitio de muestreo correspondiente a la laguna Indian Hill, se encuentra una de las camaroneras más grandes de Belice NOVA Toledo, la cual cubre un cuya producción de camarón es de 2040 kg al mes. (Gobierno de Belice, 1998). En el sitio CTR6BEL, la intervención directa es la desembocadura del río Sarstún y por lo tanto el arrastre de sedimentos desde la parte alta de la cuenca. En cuanto a las variables de metales pesados las estaciones que presentaron los valores promedio más altos fueron para el río Sarstún (CTR6BEL), Desembocadura río Deep (PME3BEL) y Temash, Sarstún, Satim (CTR3BEL). Cada uno de estos sitios de muestreo se localizó en la desembocadura de ríos de un caudal fuerte y como parte final de una cuencas de importancia para el país.

Mediante el análisis de componentes principales se determinó que el Plomo y pH presentaron la mayor cantidad de variaciones con respecto a los parámetros antropogénicos (características fisicoquímicas) e intervenciones antropogénicas (nutrientes y metales pesados) para ambas condiciones: marina y continental.

La variable de ensayos microbiológicos (presencia de coliformes totales y *E. coli*) se analizó estadísticamente en conjunto mediante una regresión logística. Esta nos permitió observar que los resultados obtenidos dependen de la condición (marina o continental) y no del número de repeticiones a través del tiempo para la época lluviosa. En donde se encontró mayor probabilidad de aparición de ambos coliformes totales y *E. coli* en los ambientes continentales que en los ambientes marinos. Esto se debe a la naturaleza de las aguas, su intercambio evidenciado en la sección marina en comparación con las aguas continentales, además que las en las aguas marinas otro tipo de microorganismos compiten por aspectos tales como: oxígeno, nutrientes, luz, etc. El movimiento constante de las mareas y la dinámica de la columna de agua en los ecosistemas marinos contribuye con la condición del hábitat. En los ecosistemas continentales otro de los factores influyentes en la presencia de comunidades humanas, actividades agropecuarias a las orillas de los ríos y lagos estudiados es mayor que en la sección marino-costera. Debido a que no se encontró variantes dentro de cada una de las condiciones (marina o continental) se realizó un análisis de

agrupación para las condiciones marina y continental para observar los puntos que presentan similitudes entre el Golfo de Honduras.

En la condición marina se mostraron dos agrupaciones en los sitios de estudio, siendo estas: PME/CTR6BEL, PME/CTR1HON y PME/CTR2HON. Los primeros dos grupos comparten en común estar ubicados en la desembocadura de ríos, mientras que para el par PME/CTR2HON, la comunidad de Masca se encuentra muy cercana a ambos, razón por la cual estas se puedan ver asociadas. Para la sección continental los pares que presentaron agrupados fueron PME/CTR3GUA y PME/CTR6GUA, ambas cercanas geográficamente, la 3 correspondiendo al Golfete y la 6 al Lago de Izabal, razón por la cual se pudieron encontrar asociadas. En estos sitios el tráfico de embarcaciones y las comunidades aledañas ejercen una influencia directa en el agua.

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA FLOTANTE Y EMERGENTE

Se presentó mayor diversidad en las comunidades vegetales pertenecientes a la condición continental con un total de 58 especies distribuidas únicamente en los sitios de Guatemala y Honduras. Un total de 37 especies marinas fueron reportadas para los tres países del Golfo de Honduras. A pesar de contar con un mayor número de sitios de muestreo para la condición marina (un total de 20 sitios de muestreo 10PME y 10CTR) que para la condición continental (14 sitios de muestreo 7PME y 7CTR), mayor cantidad de especies fue colectada. Esto corresponde a la diversidad presente en las áreas litorales presentes para los cuerpos de agua dulce. (Wetzel, 2001 y Poll, 1983) Debido a que los sitios de muestreo para la condición marina fueron arrecifes coralinos en su mayoría, las especies presentes forman asociación con los corales y por lo tanto las especies vegetales no son las dominantes; a diferencia de lo representado para la sección litoral de las aguas continentales quienes colonizan y no compiten con otros organismos.

La vegetación continental fue representada por comunidades de vegetación acuática sumergida para Guatemala y vegetación emergente para Honduras. La mayor diversidad de especies fue reportada para los sitios de muestreo de Honduras con un total de 44 especies. Esto debido a que es más diverso este tipo de especies por su hábito; mientras que las especies de vegetación acuática sumergida en Guatemala

compite no solo entre con la especie tal como *Hydrilla verticillata*; sino también con el impacto directo de comunidades humanas y tráfico de embarcaciones, pesca no controlada; lo cual acelera el proceso de degradación del ambiente.

Los valores promedio de densidad y biomasa nos indican que para ambas condiciones (marina y continental) dentro del Golfo de Honduras, los PME presentaron más ind/m^2 y gr/m^2 . Sin embargo el análisis de varianza de cada una de las condiciones entre PME y CTR nos indicó que para la variable de densidad en la condición marina de Guatemala y Belice existieron diferencias significativas, mayores en Belice, debido ya que las condiciones de hábitat permite el desarrollo de gramas marinas principalmente de *Thalassia testudinum*. Para la condición continental las diferencias entre PME y CTR se presentaron mayormente para Honduras. La variable de biomasa en peso seco no presentó diferencias significativas en las dos condiciones para Honduras y Belice entre PME y CTR, sin embargo para Guatemala se observó diferencias significativas en la condición marina. Esto nos indica que los sitios de mayor importancia para la distribución del manatí son aquellos que presenten diversidad de especies, pero a la vez alimento (traducido en biomasa seca). Para lo cual en Guatemala, los sitios PME2GUA (Livingston) y CTR2GUA (Punta de Palma); para Honduras PME2HON (Playa Masca) y CTR2HON (Desembocadura Río Tulián) y para Belice CTR3BEL, PME6BEL y CTR6BEL (Sarstún-Temash) por lo cual se sugiere que estos dichas localidades no corresponden a sitios de alimentación y forraje para la especie; ya que no hubo vegetación presente. Estos podrían constituir sitios de paso o migración para la especie.

Adicionalmente a los análisis de densidad y biomasa se complementó con la estimación de índices de diversidad utilizando los valores de riqueza. El país que presentó mayor cantidad de especies fue Honduras seguido de Guatemala y finalmente por Belice. Sin embargo el índice de Shannon Wiener indica mayor diversidad en Honduras seguido de Guatemala y finalmente Belice. Dichos datos coinciden con los valores de Uniformidad planteados, ya que si bien es cierto hay mayor presencia de individuos en Belice, existe un valor bajo de uniformidad lo que nos indica la presencia de especies predominantes. Belice forma parte del sistema de cayos y diversidad en los arrecifes coralinos aledaños a estas áreas; misma condición que se comparte en dos de los sitios de estudio en Honduras (PME1HON y CTR1HON).

Sin embargo para Guatemala los sitios estudiados no presentaron estas mismas características, ya que para Guatemala los sitios marinos corresponden a comunidades de gramas marinas en su mayoría. Los sitios PME1GUA y CTR1GUA, pertenecientes a la Bahía la Graciosa, se encuentran dentro de un sistema semi-cerrado con efluentes dulceacuícolas (Canal Inglés y desembocadura de otros ríos) y la falta de sustrato rocoso, lo cual no permite el asentamiento de arrecifes coralinos y por lo tanto la diversidad de especies vegetales se ve limitada. Mientras que los sitios PME2GUA y CTR2GUA en Livingston y Punta de Palma, respectivamente no presentaron vegetación, debido al patrón fuerte de corrientes provenientes de la Bahía de Amatique, Río Sarstún y Río Dulce y la presencia de comunidades e impacto humano; no permiten el asentamiento de comunidades vegetales. Sin embargo para la condición continental, la vegetación presente en cada uno de fue variada y por lo tanto no pudo ser comparada de una manera muy detallada, únicamente a nivel de diversidad.

Se realizó un análisis de agrupamiento de unidades experimentales basado en el índice de Bray Curtis (Hammer, 2003) con la finalidad de determinar las similitudes entre sitios de muestreo para cada una de las condiciones marina y continental. Se determinó que los sitios con mayor similitud fueron: CTR1GUA, PME1HON, CTR2HON, CTR4BEL y PME5BEL. Como era de esperarse los sitios similares correspondieron a la condición marina. Los sitios de Honduras y Belice presentan características en asociación con arrecifes coralinos; mientras que para CTR1GUA diferentes especies fueron representadas, ya que al pertenecer a la Bahía La Graciosa, la vegetación característica es gramas marinas, debido a la falta de superficie rocosa para el asentamiento de corales. Sin embargo, ya que este análisis se basa en las abundancias relativas, para todas estos sitios de muestreo la especie más abundante y común encontrada en todos los muestreos y en estos sitios fue *Thalassia testudinum*; factor que interviene directamente en este resultado.

COMPARACIÓN ENTRE CONDICIONES (CONTINENTAL Y MARINA) EN LOS SITIOS DE PRESENCIA (PME) Y AUSENCIA (CTR) DE MANATÍES EN EL GOLFO DE HONDURAS

Mediante el análisis de componentes principales se observó diferencias en los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR), para las condiciones (marina y continental) en los

parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas. Se determinó que para dichos ambientes y condiciones las variables pH y Pb presentaron variaciones a través del tiempo; razón por la cual estas fueron utilizadas para realizar las comparaciones entre las condiciones de presencia (PME) y ausencia (CTR) para cada uno de los hábitats de estudio: marino y continental. Posteriormente, estos parámetros fueron analizados mediante las pruebas estadísticas de Chi² y análisis de varianza (ANDEVA). Tal como se muestra en los resultados en la sección 7.1.1.2, no se evidenció diferencias significativas entre los pares de sitios de presencia (PME) y sus respectivos controles (CTR) ni entre el conjunto de pares (PME-CTR) para cada una de las condiciones marina y continental de los tres países. Esto nos indica que los parámetros no presentan variaciones a todo lo largo de los diferentes sistemas (marino y continental) para la época lluviosa de 2005. Para el sistema marino, la homogeneidad entre los pares (PME y CTR) y el conjunto de estos, puede deberse al sistema de circulación de agua presente para la Bahía de Amatique, en el caso de Guatemala. Esto sumado a que durante el muestreo cuatro tormentas (Wilma, Stan, Alpha y Beta) fueron evidenciadas para el área, contribuyendo con la dilución de las concentraciones de algunos de los parámetros de estudio en todas las estaciones del Golfo de Honduras.

La hipótesis propuesta para esta investigación “*existe diferencia significativa dentro de cada una de las condiciones: ecosistemas continental y costero (tratamientos) y entre los sitios de presencia-ausencia de manatí para el Golfo de Honduras*” mediante el análisis de las variables contenidas dentro de las categorías de parámetros bioecológicos, intervenciones antropogénicas y vegetación fue rechazada para la mayoría de las variables estudiadas.

De manera que para las categorías de parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas con las variables de nutrientes, metales pesados, presencia de coliformes totales y *E. coli*; no existió diferencias significativas entre los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) de manatí. Sin embargo es para la variable de presencia de coliformes totales y *E. coli*, es más probable encontrar para la condición continental que para la condición marina.

Seguidamente para el parámetro de vegetación se estableció que existen diferencias significativas en la condición marina para la variable de densidad de especies en Honduras y Belice y no así para Guatemala. Mientras que para la variable de biomasa en peso seco hubo diferencia significativa entre los sitios de presencia (PME) y ausencia de manatí (CTR) para la condición continental en Guatemala únicamente. Similitud en las comunidades vegetales fue evidenciada únicamente para la condición marina, no así para la condición continental.

De manera que la separación entre sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) no es un parámetro de distinción entre los diferentes sitios evaluados durante la época lluviosa para los tres países. Es necesario elaborar otros análisis complementarios para poder relacionar el hábitat con el comportamiento de la especie y poder asumir sitios como de presencia y/o ausencia para el manatí en los tres países. Es probable que la distribución de esta especie se vea influenciada además por otros factores adicionales a los evaluados durante dicha investigación. Sin embargo, es necesario corroborar este comportamiento a lo largo de las dos estaciones del año y por lo tanto comparar estos resultados con los obtenidos durante la época seca para los mismos sitios de estudio y las mismas variables con fines comparativos.

9. CONCLUSIONES

No existen diferencias en las intervenciones antropogénicas (nutrientes, metales pesados y coliformes totales y *E. coli*) y parámetros bioecológicos (parámetros fisicoquímicos) y entre los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR) de manatíes en las condiciones marina y continental.

En los tres países del Golfo de Honduras, los valores más elevados de las variables metales Hierro, Cinc, Plomo y nutrientes fue para los sitios en donde no existió vegetación, fuertes corrientes provenientes de desembocaduras de ríos, alto grado de influencia humana y tráfico de embarcaciones tales como: Guatemala en: Livingston y Punta de Palma, Bahía de Amatique; Honduras en: Río Tulián y Playa Masca, Cortés y Belice, desembocadura de río Sarstún.

Belice presentó tres sitios con altos niveles de contaminación. La laguna de Placencia, el cual, es el segundo sitio de importancia para el desarrollo turístico del país y por lo tanto la influencia de intervenciones humanas. La desembocadura del río Sarstún, el cual cuenta con un caudal fuerte que proviene de partes altas de la cuenca y por lo tanto las actividades agropecuarias influyen en el aumento de estos parámetros. La Laguna Indian Hill, en el municipio de Bella Vista donde se encuentra ubicada la granja camaronera NOVA Toledo, proyecto que consta de 42 estanques de un área total equivalente a 382.84 ha, y produce unos 2040 kg de camarón al año. (Gobierno de Belice, 1998) y por consiguiente efectos de deforestación, sedimentación y contaminación por químicos se encuentra presente en el área.

Las variables con mayores variaciones a través del tiempo fueron el Plomo y pH para la condición marina y continental en el Golfo de Honduras y por lo tanto se consideran como parámetros que podrían explicar el comportamiento de la calidad del agua en el Golfo de Honduras.

Los ambientes continentales fueron más propicios para el desarrollo de coliformes totales y *E. coli*, esto debido a que los sitios de estudio presentan influencia con ríos los cuales acarrean contaminantes de las partes altas de cada una de estas cuencas, así

como también la presencia de comunidades humanas a las orillas de los cuerpos de agua estudiados.

Los sitios de influencia del manatí mas diversos y abundantes de la comunidad vegetal, fueron los continentales. Honduras es el país con mayor diversidad de especies vegetales de origen continental de los sitios estudiados en el Golfo de Honduras, esto debido a la naturaleza de las especies obtenidas, vegetación emergente.

Los sitios de presencia de manatí (PME) presentan los valores más altos de densidad y biomasa vegetal para el Golfo de Honduras, por lo que estos sitios pueden ser propicios para la distribución de manatíes. Sin embargo en Honduras para la condición continental los sitios de presencia (PME) y ausencia (CTR), son diferentes para estas variables.

La vegetación marina es similar para los sitios en Belice y Honduras debido a la naturaleza coralina del sustrato; mientras que estos nos se parecen a la comunidad vegetal de Guatemala es diferente debido a la naturaleza del sustrato, la cual permite el desarrollo de gramas marinas únicamente.

10. RECOMENDACIONES

Recomendaciones Técnicas:

Debido a que este estudio solamente se pudo realizar para la época lluviosa de 2005 en los tres países del Golfo, es necesario realizar el mismo esfuerzo durante todo el año, para comparar y entender de mejor manera la dinámica presente para cada uno de los puntos de interés para el Golfo de Honduras. De esta manera se podrán determinar los parámetros necesarios y la periodicidad en la medición de los mismos a fin de proponer un monitoreo de la especie.

Durante la época lluviosa se recomienda que los parámetros pH y Plomo sean medidos mensualmente en cada uno de los países del Golfo de Honduras, ya que estos son los parámetros que indican las variables entre los hábitats y a través del tiempo.

Estudiar la vegetación acuática sumergida y emergente para las condiciones continental y marina, a fin de comparar la información obtenida de vegetación y determinar de mejor manera la productividad dentro de los sitios de estudio en el Golfo de Honduras.

Complementar estudios de hábitat, con estudios de distribución relativa por medio de sobrevuelos y marcaje de individuos para entender el papel que estos sitios representan para la especie en el Golfo de Honduras.

Incluir estudios de comportamiento o etológicos, considerando que son individuos altamente sociales, para evitar sesgos en la determinación del uso del hábitat por los manatíes en los sitios del Golfo de Honduras.

Que el presente documento sea presentado a todas las instancias de manejo de áreas protegidas y de los recursos naturales a fin de conocer y tomar decisiones de manejo necesarias para la protección de la especie en la región del Golfo de Honduras.

Debido a que el presente estudio tiene como una de sus finalidades el involucramiento del personal técnico de las organizaciones encargadas en la conservación de la especie para la región, es necesario que estas actividades sean realizadas por cada uno de los técnicos encargados del país según el área. Esto con el fin de alimentar el monitoreo para el manatí y reducir la carga de trabajo a pocos investigadores o bien al investigador principal, a fin de obtener los resultados deseados. Esto será posible mediante una coordinación específica por parte de una organización por país que lideré el proceso.

Alimentar la base de datos generada a partir del presente estudio, con la finalidad de conocer los procesos de conservación, manejo e investigación realizadas en el área por las organizaciones ambientalistas en el Golfo de Honduras.

Recomendaciones metodológicas:

No evaluar la presencia de Manganeso y Cinc, por medio del análisis Spectroquant, ya que la sensibilidad del mismo no detecta las concentraciones de estos parámetros, como parte de los componentes de metales pesados. Se debe considerar la medición de otros metales tales como Arsénico, Cloro y Cadmio, los cuales se encuentran catalogados como metales pesados no esenciales; los cuales son más dañinos y se depositan con mayor facilidad en la biota de los cuerpos de agua.

Implementar la medición de Clorofila a para determinar el nivel trófico de los sitios estudiados y poder relacionarlos con los demás parámetros de estudio.

Debido a que es un primer levantamiento de datos, es necesario continuar con la metodología planteada con la periodicidad realizada, a fin de establecer los parámetros que varían a través del tiempo y ser considerados posteriormente como elementos del monitoreo para la especie.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ref. 1. Ackerman, J. 1991 . Manatee Aerial Survey protocol. Florida: Florida Marine Research Institute, Doc. Tec 8p.
- Ref. 2. Aguilar L, Granados H, Rodríguez G. 1995. Género y manejo de recursos naturales. 1 edición, UICN, 85pp. San José, C.R.
- Ref. 3. Almada-Villela, P.F. Sale, G. Gold-Bouchot y B. Kjerve. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM. Métodos seleccionados para el monitoreo de parámetros físicos y biológicos para utilizarse en la región mesoamericana. Proyecto para la Conservación y Uso Sostenible del Sistema Arrecifal Mesoamericano. 149pp.
- Ref. 4. Ariola, E. A. 2003. Characterization Of A Tropical Estuarine System: The Placencia Lagoon. Report prepared under the Coastal Zone Management Authority and Institute. Work in Progress for Public Discussion.
- Ref. 5 Arrivillaga, A. y D.M. Baltz. 1999. Comparison of fishes and macro invertebrates on sea grass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic coast. Bulletin of Marine Science 65:301-319.
- Ref. 6 Arrivillaga, A. 2002. Evaluación de la presencia de *Hydrilla verticillata* en la región de Río Dulce y el Lago de Izabal: diagnóstico general e identificación de medidas de control. Oficina Técnica de Biodiversidad, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, y Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Ref. 7. Arrivillaga A y M. García . 2004. Chapter 18. Status of the Coral Reefs of the Mesoamerican Barrier Reefs Systems Project Region and Reefs of El Salvador, Nicaragua and the Pacific Coasts of Mesoamerica. Status of the Coral Reefs of the World. 2004.
- Ref. 8 Auil, N. E. 1998. Belize Manatee Recovery Plan. UNDP/GEF Coastal Zone Management Project. UNEP Caribbean Environment Programme, Kingston, Jamaica
- Ref. 9 Auil, 2000. Aerial Survey for the Gulf of Honduras: Monkey River, Belize to Tela, Honduras, March 29 – 31, 2000. Coastal Zone Management Authority & Institute, PO Box 1884, Belize City, Belize
- Ref. 10 Auil, N.E. 2004. Abundance And Distribution Trends Of The West Indian Manatee In The Coastal Zone Of Belize: Implications For Conservation. MSc Thesis Concertation. University of Texas A&M.

- Ref. 11. Bol 2002. Análisis de la Contaminación presente en la Cuenca del Río Dulce y Lago de Izabal, Guatemala, Tesis para optar al grado de Licenciatura en Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 12. Cazali, G. 1998. Informe Final de Tesis. Inventario de los pecicípodos de la Costa Atlántica Guatemalteca con énfasis en especies comestibles. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 13 Carrillo L, Salaverría A, Pacas L. Martínez J, Otaolaurruchi R, Tay C. 2000. Evaluación del Recurso Pesquero y Oceanográfico del Atlántico Guatemalteco, durante es año 2000. Unidad de Análisis de Información Geográfica del cema Universidad de San Carlos de Guatemala Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA– Dirección General de Investigación –DIGI. 63 p.
- Ref. 14 CCO. 2005. Borrador. Descripción del las áreas de influencia para la determinación de la Área de Protección Especial Omoa-Baracoa, Honduras. Cuerpos de Conservación de Omoa.
- Ref. 15 CECON. 1992. Informe Final de Investigación. Poblaciones humanas, áreas protegidas y Recursos Naturales. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 16 CISP, 2005. Plan de Acción para el Desarrollo del Monitoreo para la Conservación del Manatí (*Trichechus manatus manatus*, Linnaeus, 1758) en el Golfo de Honduras 2005. Comitato Internazionale per lo Sviluppo dei Popoli (CISP).
- Ref. 17. Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 2001. Listado de Especies de Fauna Silvestre Amenazadas de Extinción (Lista Roja de Fauna). Resolución No. ALC 028/2001 Secretaría Ejecutiva CONAP, Departamento de Vida Silvestre, Presidencia de la República, Guatemala. 25 p.
- Ref. 18. Dawes 1980. Determination of Sea Grass in Florida. Journal of Marine Sciences. Vol 3 76-88.
- Ref. 19. Department of Commerce; NOAA; USAID; PROARCA-COSTAS; &MARN 2001. Atlas de los Recursos Costero-Marino e Indices de Sensibilidad Ambiental para la zona del Puerto Quetzal en el Océano Pacífico y la Línea costera del Mar Caribe, Guatemala. Department of Commerce /NOAA/ USAID/ PROARCA-COSTAS/ MARN. EEUU-Guatemala
-

- Ref. 20. Díaz,L. 2004. Informe Final. Evaluación de la selectividad de cuatro artes de pesca para los camarones blanco (*Litopenaeus schmitti*), café (*Farfanpenaeus notalis*) y camaroncillo (*Xiphopenaeus kroyeri*). Ejercicio Profesional Supervisado. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 21 DIGEBOS 1992. Plan Maestro-Parque Nacional Río Dulce. Guatemala. 50p.
- Ref. 22 Dix, A., M. Maldonado, M. Dix, O. De Bocaletti, R. Girón, I. De la Roca, A.C. Bailey, K. Herrera, J.F. Pérez, K. Pierola y G. Rivera. 1999. El impacto de la cuenca del río Polochic sobre la integridad biológica del Lago de Izabal. Informe Final – Proyecto No. 4. Universidad del Valle de Guatemala, Centro de Estudios Ambientales, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYT, Fundación Defensores de la Naturaleza. 148 p.
- Ref. 23 Duss E, Maradiaga I, Bye V, Cabezas J. 2003. Diagnóstico de Participación ciudadana Puerto Cortés. Foro Vale de Sula. Un Compromiso compartido 2020.
- Ref. 24. del Valle 2000. Evaluación del área de distribución de la población de manatí (*Trichechus manatus manatus*) Trichechidae-Sirenia en Guatemala y sus principales amenazas. Guatemala: USAC (Tesis, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 76pp.
- Ref. 25 del Valle, F. 2004. Determinación del área de Distribución de la población de manatí (*Trichechus manatus manatus*) Trichechidae-Sirenia en el Golfo de Honduras para Guatemala y Honduras y sus principales amenazas. Proyecto de Manejo Costero en América Central PROARCA/Costas- Alianza Trinacional para la Conservación del Golfo de Honduras. 44pp.
- Ref. 26. EPA. 2000. Methodology for Deriving Ambient Water Quality Criteria for the Protection of Human Health .2000. Environmental Protection Office of Science and Technology October 2000 Agency. United States Office of Water EPA-822-B-00-004
- Ref. 27.Fonseca B.C, Arrivillaga A, . 2003. Latin American Coral Reefs. Chapter:Coral Reefs in Guatemala. Elsevier Science, B.V. All Rights Reserved.
- Ref. 28 FUNDAECO. 2001. Propuesta de Proyecto: Lineamientos Técnicos para el aprovechamiento sostenidos de los Recursos Pesqueros de la Bahía de Amatique. Guatemala.

- Ref. 29 FUNDARY-ONCA. 2001. Plan Maestro del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique. Fundación Mario Dary Rivera. Guatemala.
- Ref. 30. Gobierno de Belice. 1998. Desarrollo sustentable y gestión de la diversidad biológica de los recursos costeros. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Ref. 31. Global Environment Facility- Inter-American Development Bank. August 2003. Gulf of Honduras. Preliminary Transboundary Diagnostic. Final Draft. Abt Associates Inc. Woods Hole Group. 170p.
- Ref. 32 Gorzelany, 2004. Evaluation of Boater Compliance with Manatee Speed Zones along the Gulf Coast of Florida. Mote Marine Laboratory, Coastal Management, 32:215–226. Copyright Taylor & Francis Inc. Sarasota, Florida, USA
- Ref. 33 Herrera, I. en prensa. Manual de Hidrología. Editorial Universitaria. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 34 Herrera, K. 1999 Indicadores Biológicos de la calidad del agua en el Río Polochic y de la integridad biológica del Lago de Izabal. Tesis de Grado. Universidad del Valle de Guatemala.
- Ref. 35. Herrera, F., E. Quintana-Rizzo, K. Sandoval, y J.L. Lopez. 2004. Plan de Manejo de Conservación del Manatí en Guatemala. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. Gobierno de Guatemala.
- Ref. 36 ICSED. 1995. Análisis centroamericano de las pesquerías de Guatemala, con énfasis en la pesca artesanal. PRADEPESCA.
- Ref. 37. Janson, T. 1977. The ecology and conservation of the Guatemalan manatee. Progress report. Guatemala. 6 p.
- Ref. 38. Krebs, 1999. Ecological Methodology. 2nd edition. University of British Columbia. Addison Wesley Longman Inc. EUA/Canadá
- Ref. 39. LaCommare, K. S., Sullivan, C. S. y S. Brault. 2001. Distribution and Foraging Ecology
-

- of Antillean Manatees (*Trichechus manatus*) in the Drowned Cays Area of Belize, Central America. Poster Presentation. 14th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Vancouver, British Columbia, 28 November - 3 December 2001.
- Ref. 40. Lefebvre, L., M. Marmontel, J.P. Reid, G.B. Rathbun, y D.P. Doming. 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. In: Woods, Ch.A., and F.E. Sergile (Eds.), Biogeography of the West Indies, patterns and perspectives. 2nd Edition. CRC, Boca Raton, FL, pp. 425-474.
- Ref. 41. Meerhoff, M. y N. Mazzeo. 2004. Importancia de las plantas flotantes libres de gran porte en la conservación y rehabilitación de lagos someros de Sudamérica. Ecosistemas 2004/2
- Ref. 42 Morales A. 2005. Composición y Abundancia de Peces asociados a vegetación acuática sumergida (El Golfete, Livingston, Izabal). Informe para optar a un título. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 58p
- Ref. 43. Morales-Vela, David Olivera-Goñez b, John E. Reynolds III c, Galen B. Rathbun, 2000. Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. Biological Conservation 95 (2000) 67±75
- Ref. 44. Orellana, I. 2004. Informe Final de Tesis. Relación de la Estructura de tallas y biometría del camarón café (*Farfanpenaeus notalis*) de la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 45 Ortiz, M. 2004. Informe Final Técnico en Acuicultura. Determinación de las Organizaciones y actividades de pesca relacionadas en Livingston, Izabal. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 46 Hammer, Ø. D.A.T. Harper and P.D. Ryan 2003. PAST - PALaeontological STatistics, ver. 1.13
- Ref. 47 Pérez F, Oliva B, Herrera K, Juárez J y G Galindo. 2004. Contaminación Físicoquímica y Bacteriológica del Río Dulce y Lago de Izabal. Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala. Proyectos de Investigación 2004. pags: 63-67

-
- Ref. 48 Pérez, L. 2005. La ictiofauna del Lago de Izabal y sus afluentes: composición, distribución y ecología. Facultad de Ciencias y Humanidades, Tesis de Licenciatura, Universidad del Valle de Guatemala, Guatemala. 259 p.
- Ref. 49. Pérez Sabino, J.F.; Oliva Hernández, B.E.; Callejas, B. 2000. Impacto de la Contaminación del Río de las Vacas sobre la calidad del Agua del Río Motagua, Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 50. Phillips R.C. y E. G. Meñez. 1988. Seagrasses. Smithsonian Contributions to The Marine Sciences. No 34. Smithsonian Institution Press. Washington D.C. 104 pp.
- Ref. 51. Ponciano I, Ramos N, Ordoñez L, Villar L, Ruiz L, Moreira J, Lou S y D Scerovik. 2004. Borrador del Plan Maestro del Biotopo Chocón Machacas en elaboración. Pendiente de publicación. Guatemala.
- Ref. 52. Powell, J.A., y G.B. Rathbun. 1984. Distribution and abundance of manatees along the northern coast of the Gulf of Mexico 7(1):1-28.
- Ref. 53. Pöll, E. 1983. Plantas acuáticas en el Lago de Izabal. USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Departamento de Botánica. 103 p
- Ref. 54 PRADEPESCA. 1992. Status of Coral Reefs of the World. Chapter 18. Status of Coral Reefs of the mesoamerican barrier ref. systems Project region, and reefs of El Salvador, Nicaragua and the Pacific Coasts of Mesoamerica. Pags. 473-491. GCRMN. Australian institute of Marine Science.
- Ref. 55 Prado, L. 1990. Informe Final de Tesis. Colecta, clasificación y distribución de las especies de gasterópodos en la Costa Atlántica de Guatemala. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Unviersidad de San Carlos de Guatemala.
- Ref. 56 PHMR 2003. Biological aproach to the biodiversity of the Port of Honduras Marine Reserve. Toledo Institute for the Development of the Environment.
- Ref. 57. PUP, 2004. Plan Operativo Anual. Parque Nacional Jeannette Kawas. Fundación para la Protección de la Lancetilla y Texiguat. Honduras.
- Ref. 58. Quintana-Rizzo, E. 1993. Estimación de la distribución y el tamaño poblacional del
-

- manatí *Trichechus manatus* (Trichechidae-Sirenia) en Guatemala. Lic. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. 80 p.
- Ref. 59. Rathbun, G. B., J. A. Powell, and G. Cruz. 1983. Status of the West-Indian manatee in Honduras. *Biological Conservation* 26:301-308.
- Ref. 60. Salaverria A y F Rosales, 1993. Ecología Pesquera de la Costa Atlántica de Guatemala. Evaluación Inical. Bahía de Amatique, Izabal. Informe de Avance, Septiembre 1993. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. USAC. 105 p.
- Ref. 61 Self-Sullivan, C., G. W. Smith, J. M. Packard y K. S. LaCommare. 2004. Seasonal occurrence of male Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*) on the Belize Barrier Reef. *Aquatic Mammals* 30:in press
- Ref. 62. Thorhaug 1981. Status of marine grasses of the continental slope of Antilles. *Journal of Marine Science*. Vol. 5 34-60p.
- Ref. 63. UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii+33 pp.
- Ref. 64 URL. 2002. Diagnóstico del Panorama Ambiental de Guatemala. Universidad Landívar de Guatemala.
- Ref. 65 Vides-Llarena G. 2003. Caracterización y Comparación de los Arrecifes Coralinos de Bajo de Languaja, King Fish, Faro Rojo, Arrecife de Chatarra y Barco Hundido, de la Bahía de Amatique, Izabal, Guatemala. FUNDAECO.
- Ref. 66 Yañez-Arancibia, Alejandro, Zárate Lomelí, David, and Terán Cuevas, Angel. 1995. EPOMEX. CEP Technical Report No. 34. UNEP Caribbean Environment Programme, Kingston, Jamaica. 64 pp.
- Ref. 67 mapas de batimetría realizados para el Lago de Izabal 2002-CONAP, Monitoreo AMASURLI

12. ANEXOS

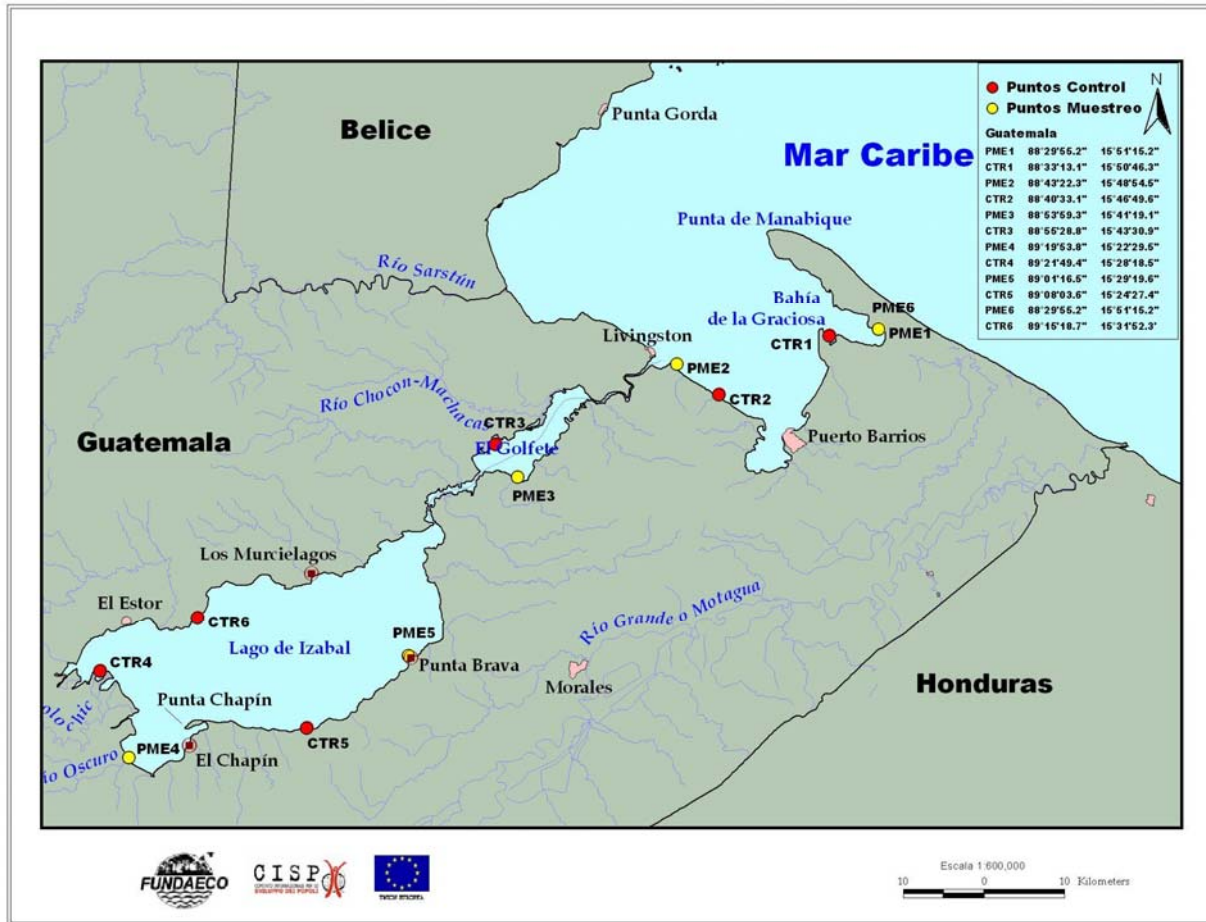
Anexo A: Puntos de muestreo experimental y controles de Guatemala

Anexo B: Puntos de muestreo experimental y controles de Honduras

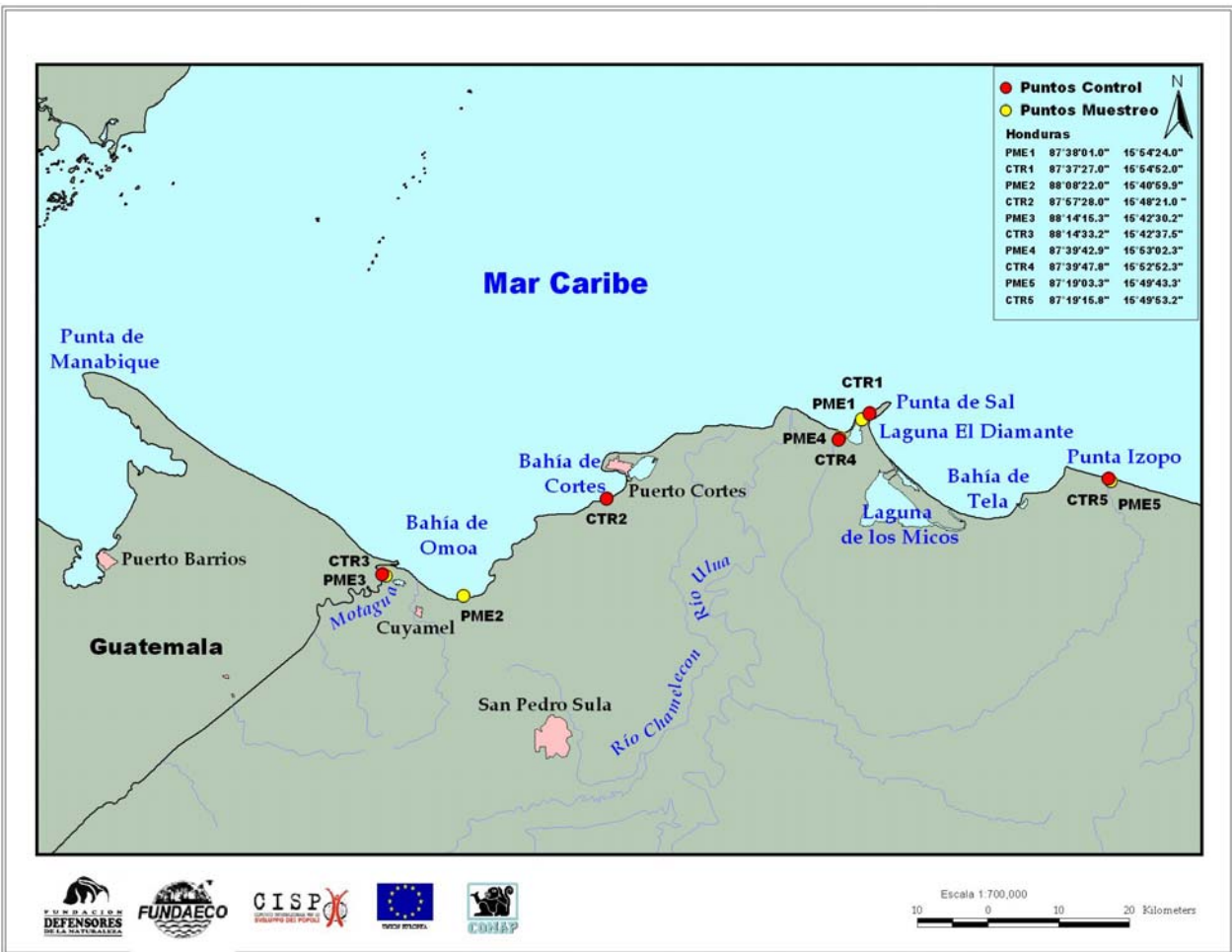
Anexo C: Puntos de muestreo experimental y controles de Belice

Anexo D: Base de datos para parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas, época lluviosa, Golfo de Honduras, 2005

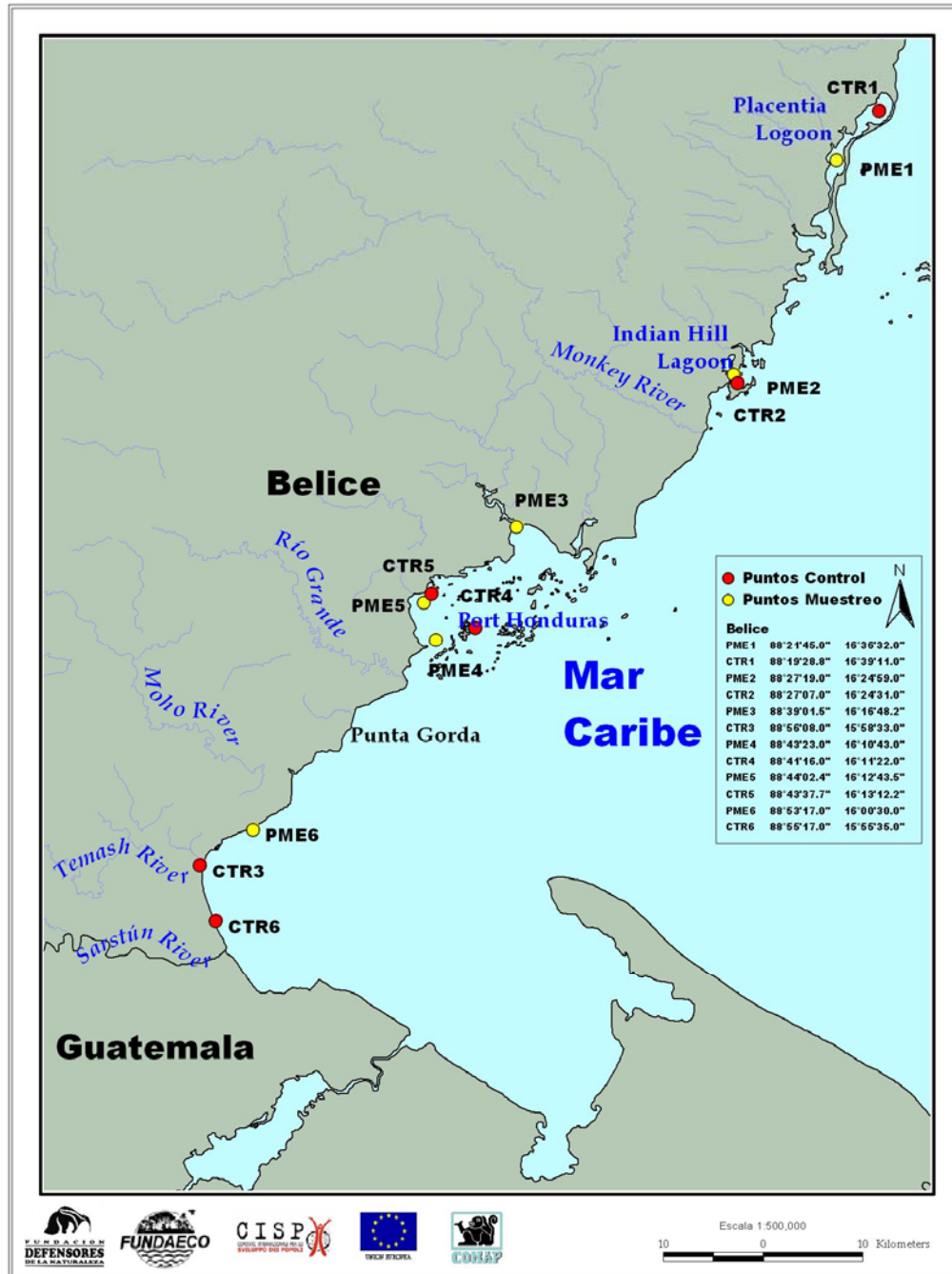
Anexo F: Caracterización por país de los Puntos de Muestreo Experimental y Puntos de Control



Anexo A: Puntos de muestreo experimental y controles de Guatemala



Anexo B: Puntos de muestreo experimental y controles de Honduras



Anexo C: Puntos de muestreo experimental y controles de Belice

Anexo D: Base de datos para parámetros bioecológicos e intervenciones antropogénicas, época lluviosa, Golfo de Honduras, 2005

GUATEMALA

Sitio de Muestreo	Fecha	Variables de respuesta									
		Parámetros Bioecológicos					Intervenciones antropogénicas				
		T	pH	OD	% OD	CON	Amonio	Nitratos	Nitritos	Orto fosfatos	Fosfatos
PME1GUA	Sep-05	25	7.96	70.9	-	0.03	0	10	0.014	-	0.01
	Oct-05	32.5	8.04	32.5	98	39.2	0.03	1.05	0.01	0.48	0.08
	Nov-05	24.77	8.39	6.9	88.6	43.94	1.02	0.26	0.001	0.1	0.02
CTR1GUA	Sep-05	28.7	8.8	6.4		0.037	0	10	0.008	-	0.07
	Oct-05	32.1	8.07	6.6	92	39.7	0.03	0.77	0.004	0.25	0.68
	Nov-05	25.52	8.54	6.84	99.2	46.71	0.01	0.27	0.01	0.58	0.18
PME2GUA	Sep-05	32.1	7	0.83	-	0.147	0	50	0.008	-	0.029
	Oct-05	31.4	8.1	8.45	100.8	51.3	0.03	0.27	0.007	0.51	0.51
	Nov-05	27.76	8.63	6.1	92.8	47.3	0.03	0.06	0.002	0.79	0.11
CTR2GUA	Sep-05	28.4	7	2	-	0.508	0	10	0.01	-	1.62
	Oct-05	31.6	8.12	7.25	98.8	13.6	0.29	0.97	0.01	0.4	0.82
	Nov-05	26.61	8.63	6.04	91.05	50.39	0.01	0.2	0.001	3	0.04
PME3GUA	Sep-05	32.5	7	99.5		2.85	0	10	0.006		2.1
	Oct-05	30	8	5.8	77.3	22.5	0.03	0.06	0.006	0.46	0.27
	Nov-05	26.27	8.89	7.91	99.3	0.22	0.08	0.26	0.006	0.48	0.03
CTR3GUA	Sep-05	31.8	7	106.3		2.66	0	10	0.005	-	0.42
	Oct-05	29.5	8.4	6.4	84	22.2	0.03	1.16	0.002	0.03	0.61
	Nov-05	26.65	9	8	100	0.337	0.04	0.34	0.001	0.1	0.03
PME4GUA	Sep-05	32.4	7.53	6.42	71.8	0.13	0	10	0.023	0.3	0.04
	Oct-05	31.9	7.84	7	98	17.6	0.03	0.12	0.005	0.38	0.62
	Nov-05	25.48	7.52	4.96	60.84	0.171	0.07	0.02	0.001	0.12	0.01
CTR4GUA	Sep-05	32.4	8.17	7.15	98	0.213	0	10	0.019	0.06	0.01
	Oct-05	33.1	8.6	9.6	173	21.6	0.03	1.05	0.007	0.38	0.34
	Nov-05	26.21	8.57	5.1	63.4	0.243	0.01	0.35	0.002	0.41	0.02
PME5GUA	Sep-05	32.8	7		107.9	2.875	0	0.42	0.02	-	0.31
	Oct-05	32	8.39	7.54	105	20.8	0.03	1.66	0.001	0.05	0.36
	Nov-05	28.02	8.6	6.01	76.81	0.22	0.01	1.26	0.001	0.19	0.01
CTR5GUA	Sep-05	33.5	10.01	106.3		2.82	0	0.22	0.023	-	0.66
	Oct-05	33.2	8.1	7.46	103.8	21	0.01	3.76	0.003	0.05	0.61
	Nov-05	28.2	8.42	6.42	83.7	0.221	0.02	1.16	0.007	0.27	0.01
PME6GUA	Sep-05	25	7	77	-	2.74	0	0.59	0.007	-	0.44
	Oct-05	30.5	8.24	6.79	90.7	22.3	0.13	0.07	0.011	0.07	0.57
	Nov-05	27.33	8.6	7.72	98.7	0.233	0.03	2.01	0.002	0.2	0.03
CTR6GUA	Sep-05	31.7	8.1	87.4	-	2.88	0	1.03	0.011		0.36
	Oct-05	31.1	8.1	6.3	85	21.8	0.03	0.1	0.002	0.05	0.89
	Nov-05	27.75	8.67	7.19	91.6	0.233	0.01	0.71	0.002	0.63	0.11

Intervenciones antropogénicas – Metales pesados-													
Sitio de Muestreo	Fecha	Fe	Mn	Zn	Cr	Pb	Sitio de Muestreo	Fecha	Fe	Mn	Zn	Cr	Pb
PME1GUA	Sep-05	0.388	0.21	0.19	0.01	1.52	PME4GUA	Sep-05	0.3	0	0.75	0.66	0.37
	Oct-05	0.261	0.25	0.42	0.03	2.7		Oct-05	0.486	0.025	0.03	0.05	0.58
	Nov-05	0.506	0.25	1.09	0.03	3.75		Nov-05	0.224	0.25	0.01	0.03	0.37
CTR1GUA	Sep-05	0.249	0.25	0.14	0.03	1.71	CTR4GUA	Sep-05	0.06	0	0.45	0.19	0.63
	Oct-05	0.36	0.25	0.55	0.03	3.34		Oct-05	0.12	0.25	0.05	0.05	0.4
	Nov-05	0.153	0.25	1.05	0.03	3.92		Nov-05	0.1	0.25	0.01	0.03	0.54
PME2GUA	Sep-05	0.216	0.249	0.1	0.03	1.07	PME5GUA	Sep-05	0.065	0.247	0.19	0.03	0.38
	Oct-05	0.97	0.249	0.55	0.03	1.7		Oct-05	0.38	0.25	0.04	0.03	0.3
	Nov-05	0.087	0.25	0.75	0.03	3.52		Nov-05	0.425	0.25	0.02	0.03	0.82
CTR2GUA	Sep-05	0.255	0.25	0.26	0.03	1.5	CTR5GUA	Sep-05	0.269	0.25	0.05	0.03	0.38
	Oct-05	0.118	0.25	0.62	0.03	1.87		Oct-05	0.17	0.25	0.05	0.03	0.35
	Nov-05	0.132	0.25	1.09	0.03	4.02		Nov-05	0.213	0.25	0.01	0.03	0.52
PME3GUA	Sep-05	0.303	0.23	0.01	0.03	0.2	PME6GUA	Sep-05	0.249	0.25	0.23	0.029	0.33
	Oct-05	0.129	0.25	0.03	0.05	0.39		Oct-05	0.09	0.25	0.06	0.05	0.33
	Nov-05	0.234	0.25	0.02	0.03	0.44		Nov-05	0.472	0.249	0.01	0.03	0.32
CTR3GUA	Sep-05	0.25	0.25	0.04	0.02	0.25	CTR6GUA	Sep-05	0.3	0.5	0.52	0.03	0.32
	Oct-05	0.475	0.25	0.02	0.05	0.38		Oct-05	0.12	0.25	0.03	0.05	0.38
	Nov-05	0.15	0.25	0.02	0.03	0.74		Nov-05	0.176	0.25	0.02	0.03	0.63

HONDURAS

Sitio de Muestreo	Fecha	Variables de Respuesta								Intervenciones antropogénicas				
		Parámetros bioecológicos								Amonio	Nitratos	Nitritos	Orto fosfatos	Fosfatos
		T	PH	OD	%OD	Sal	CON	TSD	TB					
PME1HON	Sep-05	31.74	8.89	9.28	100	28.97	0	29.04	14.2	0.03	0.29	0.01	0.00	0.25
	Oct-05	27.5	8.53	6.18	100	31.69	51	31.63	8.9	0.03	0.01	0.01	0.03	0.44
	Nov-05	28.27	8.16	0	0	14.9	251.18	155.5	9.8	0.15	0.54	0.07	0.01	0.00
CTR1HON	Sep-05	31.01	8.74	6.47	100	30.98	44.38	28.85	5.5	1.18	1.18	0.01	0.00	0.40
	Oct-05	28.55	8.57	6.38	98	18.42	30.05	1.843	8.6	0.02	0.20	0.01	0.04	0.40
	Nov-05	27.67	8.38	6.78	103.1	26.87	413.72	256.2	5.6	0.15	0.12	0.03	0.13	0.43
PME2HON	Sep-05	30.58	8.5	6.14	93.8	25.05	39.44	25.6	7	0.03	1.04	0.02	0.00	0.20
	Oct-05	29.4	8.52	7.29	100	35.4	28.77	34.86	7.8	0.04	0.20	0.01	0.03	0.24
	Nov-05	30.68	8.35	0.7	10.1	12.32	116.4	134	5.7	0.38	0.47	0.02	0.01	0.07
CTR2HON	Sep-05	29.62	8.44	6.89	100	23.26	0	24.06	527.2	0.03	0.40	0.00	0.00	0.67
	Oct-05	29.95	8.57	6.88	97	34.71	57.97	34.64	9.1	0.05	0.16	0.01	0.04	0.04
	Nov-05	26.16	4.53	4.53	30.1	18.72	187.2	126	7.7	0.05	0.39	0.02	0.09	0.40
PME3HON	Sep-05	26.77	7.17	1.21	16.1	0.18	38.8	25	9.4	0.08	0.50	0.03	0.00	0.69
	Oct-05	24.59	6.38	2.46	29.9	0.32	0.651	0.43	7.9	0.11	0.15	0.01	0.08	0.66
	Nov-05	23.94	6.71	8.4	106	0.04	0.076	4.9	9.1	0.15	0.04	0.02	0.20	0.82
CTR3HON	Sep-05	26.92	7.04	0.41	5.1	0.35	0.685	45.8	12.1	0.16	2.90	0.02	0.00	0.42
	Oct-05	24.82	7	3.31	43.9	0.66	1.332	0.87	11.1	0.29	0.20	0.02	0.09	0.60
	Nov-05	24.64	6.9	3.22	33.4	0.41	0.838	54.5	15.1	0.64	1.90	0.04	0.41	0.00

Sitio de Muestreo	Fecha	Variables de Respuesta												
		Parámetros bioecológicos								Intervenciones antropogénicas				
		T	PH	OD	%OD	Sal	CON	TSD	TB	Amonio	Nitratos	Nitritos	Orto fosfatos	Fosfatos
PME4HON	Sep-05	27.91	8.36	7.37	100	0.1	0.21	13.7	361	0.19	1.08	0.09	0.00	0.90
	Oct-05	25.9	8.08	7.18	100	0.13	0.271	1.74	241.9	0.48	2.50	0.12	0.51	0.61
	Nov-05	25.39	7.54	0.22	0	0.12	256	165	149.2	0.30	2.25	0.05	0.47	0.65
CTR4HON	Sep-05	27.72	8.56	6.61	100	0.1	0.212	0.138	368.1	0.03	0.18	0.08	0.00	0.89
	Oct-05	24.89	7.63	7.02	78	0.12	0.26	1.17	231.9	0.15	0.44	0.09	0.32	0.51
	Nov-05	25.49	7.12	0.6	0	0.12	264	170	163.2	0.68	1.46	0.08	0.43	0.91
PME5HON	Sep-05	27.91	8.36	7.37	100	0.1	0.21	0.137	44.7	0.03	0.40	0.01	0.00	0.22
	Oct-05	27.38	7.48	7.09	100	0	1	0.001	12.1	0.03	0.36	0.01	0.03	0.21
	Nov-05	25.74	7.24	4.13	0	0.04	88	56	126.8	0.60	1.02	0.07	0.61	0.66
CTR5HON	Sep-05	28.02	7.69	7.63	97.7	0.04	0.088	0.057	27	0.03	0.34	0.01	0.00	0.30
	Oct-05	26.42	7.81	7.1	67	0.04	82	0.52	15.9	0.09	0.24	0.02	0.03	0.31
	Nov-05	25.36	7.37	2.85	0	0.04	85	55	107.3	0.36	1.36	0.09	0.27	0.38

Sitio de Muestreo	Fecha	Intervenciones antropogénicas –Metales Pesados -												
		Sitio de Muestreo						Sitio de Muestreo						
		Fe	Mn	Zn	Cr	Pb	Fe	Mn	Zn	Cr	Pb	Fe	Mn	Zn
PME1HON	Sep-05	0.17	0.13	0.31	0.04	4.13	CTR3HON	Sep-05	1.00	0.24	0.06	0.08	0.84	
	Oct-05	0.07	0.25	1.27	0.03	3.95		Oct-05	0.09	0.51	0.01	0.03	0.73	
	Nov-05	0.05	0.36	0.67	0.05	2.68		Nov-05	0.13	0.89	0.36	0.13	1.18	
CTR1HON	Sep-05	0.04	0.25	1.13	0.03	0.01	PME4HON	Sep-05	0.00	2.22	0.37	0.03	0.00	
	Oct-05	0.12	0.25	1.63	0.30	3.84		Oct-05	0.02	1.23	0.31	0.43	2.32	
	Nov-05	0.10	0.33	0.50	0.17	2.50		Nov-05	0.06	2.07	0.32	0.13	1.45	
PME2HON	Sep-05	0.14	0.25	0.38	0.03	4.35	CTR4HON	Sep-05	0.13	1.12	0.21	0.03	0.45	
	Oct-05	0.12	0.25	0.87	0.03	3.31		Oct-05	0.12	2.51	0.30	0.48	0.80	
	Nov-05	0.23	0.04	1.10	0.01	4.02		Nov-05	0.13	0.83	0.21	0.51	1.25	
CTR2HON	Sep-05	0.12	0.02	0.94	0.03	4.09	PME5HON	Sep-05	0.34	0.25	0.07	0.05	0.57	
	Oct-05	0.06	0.25	0.99	0.03	3.83		Oct-05	0.34	0.25	0.05	0.05	0.38	
	Nov-05	0.12	0.45	0.64	0.03	2.01		Nov-05	0.06	0.84	0.23	0.27	1.08	
PME3HON	Sep-05	1.00	0.23	0.07	0.03	1.15	CTR5HON	Sep-05	0.27	0.25	0.03	0.03	0.42	
	Oct-05	0.20	0.27	0.08	0.01	0.57		Oct-05	0.13	0.25	0.05	0.03	0.47	
	Nov-05	0.11	0.23	0.06	0.02	0.36		Nov-05	0.12	0.88	0.27	0.15	0.73	

BELICE

Sitio de Muestreo	Fecha	Variables de Respuesta											
		Parámetros Bioecológicos						Intervenciones antropogénicas					
		T	pH	OD	%OD	Sal	TSD	TB	Amonio	Nitrato	Nitritos	Orto fosfatos	Fosfatos
PME1BEL	Sep-05	30.17	9.05	5.68	75.8	10.44	11.34	349.6	0.47	0.49	0.14	0.01	2.10
	Oct-05	28.11	8.95	8.55	196.1	17.36	18.09	19.2	0.70	0.41	0.35	0.14	3.45
	Nov-05	27.61	9.01	9.78	110.2	14.8	15.68	145.8	0.09	0.19	0.31	0.18	2.42
CTR1BEL	Sep-05	32.11	9.07	4.55	65.5	14.51	15.36		0.10	0.13	0.39	0.02	2.59
	Oct-05	28.22	9.18	8.75	114.6	12.2	13.09	5.8	0.13	0.41	0.57	0.10	2.56
	Nov-05	26.67	9.21	11.69	169.2	15.3	16.1	198.3	0.06	0.03	0.55	0.13	2.43
PME2BEL	Sep-05	28.11	8.95	7.3	70.5	29.45	28.91	7.2	0.16	0.12	0.85	0.04	3.40
	Oct-05	29.56	8.92	4.38	69.2	32.25	31.35	18.7	0.11	0.68	1.25	0.12	4.66
	Nov-05	29.44	8.98	7.05	109.8	31.9	31.21	350.3	0.12	0.22	0.85	0.14	4.08
CTR2BEL	Sep-05	30.22	8.97	4.66	78.3	33.1	32.16	1	0.22	0.38	0.63	0.03	4.65
	Oct-05	29.94	8.84	3.92	60.6	35.1	34	1	0.36	0.28	0.64	0.02	5.17
	Nov-05	27.67	8.93	5.8	84.2	33.3	32.39	342.7	0.05	0.67	1.11	0.02	3.91
PME3BEL	Sep-05	31.22	8.94	3.68	61.4	33.61		172.7	0.07	0.43	0.82	0.16	5.23
	Oct-05	29.72	8.97	4.54	74.7	36.74	35.39	6.6	1.25	0.38	2.50	0.04	6.56
	Nov-05	28.06	9.08	7.59	132.2	35.6	34.46	193.2	0.10	0.14	0.70	0.03	4.93
CTR3BEL	Sep-05	32.83	8.51	3.98	54	8.63	7.46	21.4	0.44	0.27	0.16	0.27	7.66
	Oct-05	30.00	9.01	9.82	172.2	24.66	27.77	157.1	0.37	0.40	0.47	0.12	5.83
	Nov-05	28.94	9.07	6.3	102.8	29.9	29.48	49.7	0.04	0.58	0.43	0.03	4.76
PME4BEL	Sep-05	30.11	8.9	3.76	62.9	34.01	0.3	2.2	0.14	0.11	0.78	0.03	5.18
	Oct-05	27.83	8.92	9.89	169.5	36.54	35.21	95.3	0.40	0.15	1.55	0.13	7.75
	Nov-05	27.39	9.12	17.65	294.4	35.3	34.13	3.4	0.40	0.40	1.00	0.12	3.58
CTR4BEL	Sep-05	32.44	8.93	4.23	68.6	33.26	32.38	150.9	0.86	0.25	0.86	0.01	4.68
	Oct-05	28.33	9	7.01	12	37.37	35.14	289.6	0.91	0.39	0.70	0.11	5.38
	Nov-05	26.94	9.05	19.58	288.8	35.7	34.55	1.6	0.14	0.29	1.37	0.01	4.07
PME5BEL	Sep-05	31.39	8.92	4.01	67.3	34.87	33.79	4.36	0.06	0.25	0.84	0.16	2.13
	Oct-05	-17.78	8.93	4.64	79.9	37.8	35.71	315.4	0.95	0.03	0.81	0.08	6.78
	Nov-05	28.39	9.04	8.8	152.2	35.2	34.07	114.4	0.20	0.18	0.45	0.01	4.46
CTR5BEL	Sep-05	31.22	8.93		66.8	33.46	32.45	52.6	0.13	0.25	0.69	0.03	5.14
	Oct-05	29.28	8.99	4.79	81.5	37.5	35.52	299.9	0.69	0.36	1.40	0.11	4.43
	Nov-05	28.67	9.02	7.82	122.7	35.3	34.16	7.1	0.26	0.07	0.56	0.03	4.39
PME6BEL	Sep-05	31.22	9.02	4.18	70.2	32.36		148.6	0.18	0.03	0.94	0.22	4.22
	Oct-05	29.94	8.99	7.4	131.3	36.6	35.39	333.3	0.72	0.52	0.97	0.12	4.83
	Nov-05	28.28	9.09	17.43	256.2	28.6	28.24	2.4	0.52	0.06	0.47	0.03	3.36
CTR6BEL	Sep-05	30.78	8.97	3.78	63	29.26	28.82	71.6	0.77	0.25	0.91	0.13	4.76
	Oct-05	29.33	9.03	5.81	96.8	36.18	34.91	189.8	0.34	0.38	0.83	0.24	5.23
	Nov-05	28.72	9.12	16.27	247.7	29.2	28.82	31.7	0.58	3.61	1.78	0.04	3.99

Intervenciones Antropogénicas- Metales Pesados													
Sitio de Muestreo	Fecha	Fe	Mn	Zn	Cr	Pb	Sitio de Muestreo	Fecha	Fe	Mn	Zn	Cr	Pb
PME1BEL	Sep-05	0.47	0.49	0.14	0.01	2.10	PME4BEL	Sep-05	0.14	0.11	0.78	0.03	5.18
	Oct-05	0.70	0.41	0.35	0.14	3.45		Oct-05	0.40	0.15	1.55	0.13	7.75
	Nov-05	0.09	0.19	0.31	0.18	2.42		Nov-05	0.40	0.40	1.00	0.12	3.58
CTR1BEL	Sep-05	0.10	0.13	0.39	0.02	2.59	CTR4BEL	Sep-05	0.86	0.25	0.86	0.01	4.68
	Oct-05	0.13	0.41	0.57	0.10	2.56		Oct-05	0.91	0.39	0.70	0.11	5.38
	Nov-05	0.06	0.03	0.55	0.13	2.43		Nov-05	0.14	0.29	1.37	0.01	4.07
PME2BEL	Sep-05	0.16	0.12	0.85	0.04	3.40	PME5BEL	Sep-05	0.06	0.25	0.84	0.16	2.13
	Oct-05	0.11	0.68	1.25	0.12	4.66		Oct-05	0.95	0.03	0.81	0.08	6.78
	Nov-05	0.12	0.22	0.85	0.14	4.08		Nov-05	0.20	0.18	0.45	0.01	4.46
CTR2BEL	Sep-05	0.22	0.38	0.63	0.03	4.65	CTR5BEL	Sep-05	0.13	0.25	0.69	0.03	5.14
	Oct-05	0.36	0.28	0.64	0.02	5.17		Oct-05	0.69	0.36	1.40	0.11	4.43
	Nov-05	0.05	0.67	1.11	0.02	3.91		Nov-05	0.26	0.07	0.56	0.03	4.39
PME3BEL	Sep-05	0.07	0.43	0.82	0.16	5.23	PME6BEL	Sep-05	0.18	0.03	0.94	0.22	4.22
	Oct-05	1.25	0.38	2.50	0.04	6.56		Oct-05	0.72	0.52	0.97	0.12	4.83
	Nov-05	0.10	0.14	0.70	0.03	4.93		Nov-05	0.52	0.06	0.47	0.03	3.36
CTR3BEL	Sep-05	0.44	0.27	0.16	0.27	7.66	CTR6BEL	Sep-05	0.77	0.25	0.91	0.13	4.76
	Oct-05	0.37	0.40	0.47	0.12	5.83		Oct-05	0.34	0.38	0.83	0.24	5.23
	Nov-05	0.04	0.58	0.43	0.03	4.76		Nov-05	0.58	3.61	1.78	0.04	3.99

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICO

GUATEMALA		Coliformes Totales	E. coli	HONDURAS		Coliformes Totales	E. coli	BELICE		Coliformes Totales	E. coli
PME1GUA	Septiembre	+	+	PME1HON	Septiembre	-	+	PME1BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	-		Noviembre	-	-
CTR1GUA	Septiembre	-	-	CTR1HON	Septiembre	-	+	CTR1BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	-	-		Octubre	-	-
	Noviembre	-	-		Noviembre	-	-		Noviembre	-	-
PME2GUA	Septiembre	-	-	PME2HON	Septiembre	-	+	PME2BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	-	+		Noviembre	-	-		Noviembre	-	-
CTR2GUA	Septiembre	-	-	CTR2HON	Septiembre	-	+	CTR2BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	-	-		Octubre	-	-
	Noviembre	-	-		Noviembre	+	+		Noviembre	-	-
PME3GUA	Septiembre	-	+	PME3HON	Septiembre	+	+	PME3BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	+	+
CTR3GUA	Septiembre	-	-	CTR3HON	Septiembre	+	+	CTR3BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	+	+

GUATEMALA		Coliformes Totales	E. coli	HONDURAS		Coliformes Totales	E. coli	BELICE		Coliformes Totales	E. coli
PME4GUA	Septiembre	+	+	PME4HON	Septiembre	+	+	PME4BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	-	-
CTR4GUA	Septiembre	+	+	CTR4HON	Septiembre	+	+	CTR4BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	-	-
PME5GUA	Septiembre	+	+	PME5HON	Septiembre	+	+	PME5BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	-	-
CTR5GUA	Septiembre	+	+	CTR5HON	Septiembre	+	+	CTR5BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+		Octubre	+	+		Octubre	-	-
	Noviembre	+	+		Noviembre	+	+		Noviembre	-	-
PME6GUA	Septiembre	+	+					PME6BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+						Octubre	-	-
	Noviembre	+	-						Noviembre	-	-
CTR6GUA	Septiembre	+	+					CTR6BEL	Septiembre	-	-
	Octubre	+	+						Octubre	-	-
	Noviembre	+	+						Noviembre	-	-

Anexo E: Resultados Pruebas de Chi2 y Análisis de Varianza ANDEVA

Análisis No-Paramétrico

Pruebas de Chi² y Análisis de Varianza para pH y Pb**pH**

Condición Marina:

Prueba de Chi²

Andeva de dos vías:

CTR vs. PME

One constraint

PME vrs CTR

N1:	86
N2:	87
Grados de Libertad	9
Chi ² :	0.10927
p(same):	1
Permut	1
p(same):	

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.038472	1	0.0384272	0.1381	0.7141	0.4343
Dentro de grupos	5.00685	18	0.278158			
Total	5.04527	19				

Condición Continental:

Prueba de Chi²

Andeva de dos vías:

CTR vs. PME

One constraint

PME vrs CTR

N1:	56
N2:	55
Grados de Libertad	6
Chi ² :	0.071255
p(same):	0.9999
Permut	1
p(same):	

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.318007	1	0.318007	1.106	0.3137	0.3307
Dentro de grupos	3.45123	12	0.287603			
Total	3.76924	13	1.106			

Pb**Condición Marina:**Prueba de Chi²

Andeva de dos vías:

CTR vs. PME

One constraint

PME vrs CTR

N1:	39	Origen de		Grados	Promedio			Valor
N2:	40	las	Suma de	de	de los	F	Probabilidad	crítico
Grados	9	variaciones	cuadrados	libertad	cuadrados			para F
de		Entre	0.0133472	1	0.0133472	0.008757	0.9265	0,3974
Libertad		grupos						
Chi ² :	0.629745	Dentro de	27.4344	18	1.52413			
p(same):	0.99992	grupos						
Permut	1	Total	27.4477	19				
p(same):								

Condición Continental:Prueba de Chi²

Andeva de dos vías:

CTR vs. PME

One constraint

PME vrs CTR

N1:	4	Origen de		Grados	Promedio			Valor
N2:	5	las	Suma de	de	de los	F	Probabilidad	crítico
Grados	6	variaciones	cuadrados	libertad	cuadrados			para F
de		Entre	0.385875	1	0.385875	0.2291	0.6408	0.2792
Libertad		grupos						
Chi ² :	0.45505	Dentro de	2.02103	12	0.168419			
p(same):	0.99834	grupos						
Permut	4	Total	2.05962	13				
p(same):								

Anexo F: Caracterización por país de los Puntos de Muestreo Experimental y Puntos de Control

GUATEMALA

Distribución general

Durante los tres meses de muestreo se reportó 14 especies diferentes. De estas solamente el 35% (n=5) fueron de origen marino, mientras que el 64% (n=9) correspondió a las de origen continentales. De las especies continentales se espera encontrar 0.01 especies nuevas/km². Los puntos muestreados que obtuvieron la mayor cantidad de especies diferentes (n=5) fueron:

CTR3GUA, Ubicado en el Golfete, el cual, presentando *Najas graminea*, *N. guadalupensis*, *Najas sp3*, *Valisneria americana* y *Ceratophyllum sp.* PME4GUA, Ubicado en Bocas del Polochic, dicha localidad es conocida como “Barra Río Oscuro”. Este punto presento a *N. guadalupensis*, *Potamogeton illinoensis*, *V. americana*, *Hydrilla verticillata* y *Ceratophyllum sp.* CTR4GUA, el cual correspondió al punto de control del anterior, ubicado igualmente en Bocas del Polochic, dicha localidad es conocida como “Cayo Padre”. Las especies presentes en dicho punto fueron *H. verticillata*, *Cabomba sp.*, *P.illinoensis*, *Potamogeton sp.* y *Ceratophyllum sp.* Notando de esta manera que la especie encontrada en los tres puntos fue *Ceratophyllum sp.* Por el contrario de los puntos PME2GUA y CTR2GUA, ambos en Livingston; no reportaron vegetación presente.

Cuadro A: Puntos con mayor incidencia de especies para Guatemala.

Área Geográfica	Punto	Especies presentes
El Golfete	CTR3GUA	<i>Najas graminea</i> , <i>N. guadalupensis</i> , <i>Najas sp3</i> , <i>Valisneria americana</i> y <i>Ceratophyllum sp.</i>
	PME4GUA	<i>N. guadalupensis</i> , <i>Potamogeton illinoensis</i> , <i>V. americana</i> , <i>Hydrilla verticillata</i> y <i>Ceratophyllum sp.</i>
Lago de Izabal	CTR4GUA	<i>H. verticillata</i> , <i>Cabomba sp.</i> , <i>P.illinoensis</i> , <i>Potamogeton sp.</i> y <i>Ceratophyllum sp.</i>

Cobertura, Abundancia y Frecuencia

Para Guatemala, la Cobertura varió a través del tiempo, la mayor cobertura total se presentó en los puntos CTR3GUA “El Golfete” con un valor de 4.66 y para el PME5GUA “Punta Brava o Izabalito” con un valor de 5. Según las categorías establecidas para la metodología de cuadrantes Braun-Blanquet, es un aproximado de 5 = >75% de la superficie de la localidad se encuentra cubierta por vegetación. El punto que presentó la menor cobertura total en los tres meses de muestreo fue PME4GUA-“Barra Río Oscuro” en el Lago de Izabal, (sin considerar los puntos que no presenciaron vegetación en ninguno de los tres meses de muestreo).

La especie vegetal que aportó el mayor porcentaje de cobertura, en los puntos en los cuales se encontró presente fue *Hydrilla verticillata*. Dicha especie se encontró presente para tres PME y sus respectivos controles (PME4GUA, CTR4GUA, PME5GUA, CTR5GUA, PME6GUA y CTR6GUA). En algunos puntos se reportó como la única especie. (PME5GUA-“Punta Brava”, PME6GUA-“Finca Murciélago” y CTR6GUA-“Punta Los Anteojos”)

Cuadro B: Puntos donde *Hydrilla verticillata* presencia mayor porcentaje de cobertura vegetal para Guatemala.

Área Geográfica	Punto	Nombre
Lago de Izabal	PME4GUA	Barra Río Oscuro
	CTR4GUA	Cayo Padre
	PME5GUA	Punta Brava
	CTR5GUA	Izabalito
	PME6GUA	Finca Murciélago
	CTR6GUA	Punta Los Anteojos

La Abundancia nos ayudó a determinar el comportamiento de la cobertura obtenida con anterioridad para cada uno de los puntos durante los tres muestreos realizados. Al igual que los resultados obtenidos para cobertura la especie *H. verticillata* se encuentra con mayor abundancia durante los tres muestreos realizados. Encontrándose más abundante para los puntos PME6GUA Y CTR6GUA. Seguido de esta encontramos a *V. americana*, *P. illinoensis* y encontrando por último a *Cabomba sp.*

En cuanto a la Frecuencia al igual que los anteriores resultados, la especie más frecuentemente encontrada es *H. verticillata*, la cual presenta un 100% de frecuencia

para CTR6GUA; seguida de *V. americana*, la cual presenta un 100% de frecuencia para los puntos PME3GUA “El Golfete” y CTR5GUA-“Izabalito”.

Densidad y Biomasa Vegetal

Durante los tres meses de muestreo para la época lluviosa 2005 se obtuvo una Densidad media de 81,383^{ind}/m². De los tres muestreos se determinó que para el mes de noviembre se obtuvo la mayor densidad, con un valor de 80,700 ^{ind}/m². La Biomasa Vegetal, reporto valores de peso húmedo de 242,560 g/m² y de peso seco de 165,575 g/m².

Se determinó que el punto con mayor presencia de individuos a través del tiempo fue el PME6GUA (septiembre 8,200 ^{ind}/m², octubre 37,800 ^{ind}/m² y noviembre 26,700 ^{ind}/m²). Los puntos que presentan mayor productividad para toda la región estudiada en Guatemala son:

PME6GUA, fue el punto que más gramos por metro cuadrado de peso seco. Lo cual es la fuente de alimento al ecosistema (septiembre 920 g/m², octubre 6,002.5 g/m² y noviembre 5,975 g/m²).

CTR4GUA, fue el punto que más gramos por metro cuadrado de peso húmedo (septiembre 1,045 g/m², octubre 5,710 g/m² y noviembre 64,068 g/m²).

HONDURAS

Distribución

La vegetación mayormente encontrada para Honduras correspondió a vegetación acuática inundable de aguas continentales. Se encontraron un total de 48 especies diferentes. De las 48 especies determinadas para el país solamente el 6.25% (n=3) fueron de origen marino, mientras que el 93.75% (n=45) correspondió a especies provenientes de aguas continentales. El punto muestreado que presentó la mayor la mayor cantidad de especies diferentes fue con un total de 18 especies diferentes. Las especies mayormente encontradas en los puntos PME3HON, CTR3HON, PME4HON, CTR4HON y PME5HON, fueron representantes de la familia Poaceae, sobresaliendo los

géneros de *Panicum*, *Paspalidium* y *Paspalum*, respectivamente. Mientras que para los ambientes marinos PME1HON y la especie más representativa fue *Thalassia testudinum*.

Cuadro C. Punto con mayor incidencia de especies para Honduras.

Área Geográfica	Punto	Especies presentes
Río Leán	PME5HON	<i>Eleocharis sp.</i> , <i>Ludwigia sp1</i> , <i>Paspalidium germinatum</i> , <i>Sesbania sp.</i> , <i>Mimosa sp.</i> , <i>Paspalum repens</i> , <i>Polygonium sp.</i> , <i>Panicum virgatum</i> , <i>Poaceae, sp12</i> , <i>Pontederia sagitata</i> , <i>Paspalum sp.</i> , <i>Eichornia crassipes</i> , <i>Ludwigia sp., sp10</i> , <i>Sesbania umbins</i> , <i>Leersia exandra</i> y <i>Luciola integrifolia</i> .

Cuadro D: Especies más comunes y sus puntos de presencia, según hábitat para Honduras.

Hábitat	Especies	Punto	Área Geográfica
Continental	<i>Panicum</i> , <i>Paspalidium</i> y <i>Paspalum</i> ,	PME3HON	Río Chiquito, Laguna de Jaloa
		CTR3HON	Desembocadura Río Chiquito, Laguna de Jaloa
		PME4HON	Canal Crique Martinez, Río Tinto
		CTR4HON	Canal Crique Martinez, Río Tinto
		PME5HON	Río Leán
Marino	<i>Thalassia testudinum</i>	PME1HON	Bahía Puerto Escondido
		CTRIHON	Bahía Puerto Caribe

Cobertura, Abundancia y Frecuencia

La Cobertura varió a través del tiempo, determinando de esta manera una mayor cobertura total para el punto CTR3HON general de 5, lo cual, según las categorías establecidas para la metodología de cuadrantes Braun-Blanquet, es un aproximado de 5=>75% de cobertura presente para el punto. Para este punto las especies que mas aportaron para la cobertura del punto fueron *Pontederia sagitaria* y *Pistia stratoides*.

En general el punto que se mantuvo constante en cuanto a su cobertura fué el PME5HON, presentando una cobertura de 4, es decir, que estas especies llegaron a cubrir aproximadamente el 50-75% de la cobertura total del sitio. La especie vegetal que represento la mayor cobertura durante los tres meses de muestreo fue *Pontederia sagitaria* con un valor medio de cobertura aproximadamente de 3, lo cual significa que se esperaba que esta especie representara el 25-50% de cobertura en los puntos.

La Abundancia nos ayudó a determinar el comportamiento de la cobertura obtenida con anterioridad para cada uno de los puntos durante los tres muestreos realizados.

Debido a que la mayoría de las especies para Honduras fueron poco constantes, no fue posible establecer a manera general que las especies más comunes para todos los puntos, es por esto que los puntos marinos aportaron la información para la abundancia. La especie *Thalassia testudinum* fue la única especie constante en los puntos PME1HON y CTR1HON para los tres puntos de muestreo. Siendo esta la más abundante durante todo el estudio. En los ecosistemas continentales, la especie encontrada constantemente durante los tres muestreos fue *Panicum grande*. Esta presentó valores de abundancia bajos, pero por ser constante en los tres muestreos es la especie continental más abundante.

La Frecuencia encontrada durante los tres muestreos experimento un comportamiento similar a la abundancia. La especie *T. testudinum* presentó un 100% de frecuencia para los puntos PME1HON y CTR1HON.

Densidad y Biomasa

En general se presentó una Densidad media para el país de 21,766 ind/m². De Biomasa en peso húmedo una densidad de 222,072 g/m² y de peso seco no pudo ser determinada debido a que las muestras del último muestreo no pudieron ser agregadas al estudio. De los tres muestreos se determinó que para el mes de septiembre se obtuvo la mayor densidad de peso seco, con un valor de 35,650 ind/m² y de peso húmedo con 258,438.5 g/m².

Se determinó que para el mes de septiembre el PME3HON obtuvo el valor más alto de peso seco, 8,560 ind/m² y de peso húmedo de 52,614 ind/m². Para el mes de octubre se obtuvo para el CTR5HON el valor más alto de peso seco, 8,455 ind/m². El mayor valor de peso húmedo con 56,928 ind/m² correspondió al mismo punto.

BELICE

Distribución

La vegetación mayormente encontrada para Belice correspondió a vegetación acuática sumergida de aguas marinas. Se encontraron un total de 30 especies diferentes. En general los puntos que presentaron la mayor cantidad de especies fueron:

PME5BEL, El cual presentó un total de 16 especies diferentes siendo estas: *Thalassia testudinum*, *Gelidium americana*, *Halimeda sp.*, *Chamaedoris peniculum*, *Gelidium sp.*, *Udotea dixonii*, *Halodule wrightii*, *Ulva sp.*, *Acetabularia sp.*, *Caulerpa verticillata*, *Ulva lobata*, *Chamaedoris sp.*, *Halodule sp.*, *Caulerpa taxifolia*, *C. cupresoides* y *Halimeda sp.* Seguido de este con un total de 14 especies, CTR4BEL, con las siguientes especies: *T. testudinum*, *Udotea conglutinata*, *Scinaia complanata*, *Gelidium americana*, *Porifera*, *Drudesnaya crassa*, *Gellidela acerosa*, *Chamedoris peniculum*, *Halimeda sp.*, *Acetabularia crenulata*, *Ulva sp.*, *Penicillus dumetosus* y *Udotea flabellum*.

De esta manera podemos notar que estos dos puntos son los mas variados para Belice. Cuatro de los doce puntos establecidos para Belice no presentaron vegetación alguna, siendo estos: PME1BEL, PME2BEL, CTR3BEL y PME6BEL, respectivamente.

Cuadro E: Puntos con mayor incidencia de especies para Belice..

Area	Sitio de Muestreo	No. sp.	Especies presentes
Puerto de Honduras	PME5BEL	16	<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Gelidium americana</i> , <i>Halimeda sp.</i> , <i>Chamaedoris peniculum</i> , <i>Gelidium sp.</i> , <i>Udotea dixonii</i> , <i>Halodule wrightii</i> , <i>Ulva sp.</i> , <i>Acetabularia sp.</i> , <i>Caulerpa verticillata</i> , <i>Ulva lobata</i> , <i>Chamaedoris sp.</i> , <i>Halodule sp.</i> , <i>Caulerpa taxifolia</i> , <i>C. cupresoides</i> y <i>Halimeda sp.</i>
	CTR4BEL	14	<i>T. testudinum</i> , <i>Udotea conglutinata</i> , <i>Scinaia complanata</i> , <i>Gelidium americana</i> , <i>Porifera</i> , <i>Drudesnaya crassa</i> , <i>Gellidela acerosa</i> , <i>Chamedoris peniculum</i> , <i>Halimeda sp.</i> , <i>Acetabularia crenulata</i> , <i>Ulva sp.</i> , <i>Penicillus dumetosus</i> y <i>Udotea flabellum</i>

Cobertura, Abundancia y Frecuencia

La Cobertura varió a través del tiempo, determinando de esta manera una mayor cobertura total para el punto CTR5BEL con un valor de 5, lo cual, según las categorías establecidas para la metodología de cuadrantes Braun-Blanquet, es un aproximado de 5=>75% de cobertura vegetal presente para el punto. Debido a que este punto fue muy variado como anteriormente se describió, la cobertura fue aportada por la gran composición de especies presentes para dicho punto.

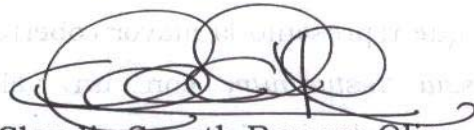
En general el punto que se mantuvo constante en cuanto a su cobertura fue el PME4BEL, presentando una cobertura de 4. Esto significa que estas las especies vegetales presentes, llegaron a cubrir aproximadamente el 50-75% del sitio. El punto

que presentó menor cobertura fue PME2BEL, ya que únicamente presentó vegetación durante los primeros dos muestreos a diferencia de los demás puntos a través del tiempo. La especie vegetal que represento la mayor cobertura durante los tres meses de muestreo fue *Thalassia testudinum* con un valor medio de cobertura aproximadamente de 5, lo cual significa que se esperaría que esta especie representara el >75% de cobertura en los puntos de las especies representantes para el país.

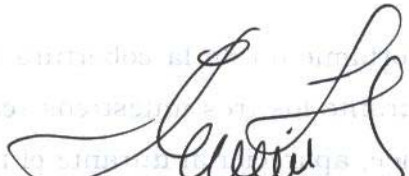
La Abundancia nos ayudó a determinar el comportamiento de la cobertura obtenida con anterioridad para cada uno de los puntos durante los tres muestreos realizados. Debido a que la mayoría de las especies para Belice, aparecieron durante el muestreo en muy pocas ocasiones, es decir, que son relativamente poco constantes, no fue posible establecer a manera general cuales son las especies mas comunes para todos los puntos. La especie *Thalassia testudinum*, al igual que en la cobertura, se presentó como la mas abundante y presente constantemente en los puntos CTR1BEL, CTR2BEL, PME3BEL, PME4BEL, CTR4BEL, PME5BEL y CTR5BEL en los tres muestreos realizados para el país. En cuanto a la Frecuencia al igual que el anterior resultado, la especie mas frecuentemente encontrada fue *T. testudinum* la cual presenta un 100% de frecuencia para los puntos CTR1BEL, CTR2BEL, PME3BEL, PME4BEL, CTR4BEL, PME5BEL y CTR5BEL, respectivamente.

Densidad y Biomasa

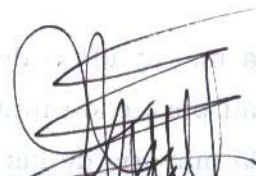
En general se presento una Densidad media fue 24,750 ind/m² para los tres muestreos realizados en Belice. De Biomasa en peso húmedo una densidad de 50453.5 g/m² y de peso seco presento un valor de 9241.92 ind/m². Los resultados para Belice se presentaron variados ya que no se puede mencionar que un solo muestreo fuese el que presento el mayor valor de densidad y Biomasa, respectivamente. A pesar de esto si se observo que para el mes de septiembre se presentó la densidad de individuos por metro cuadrado mayor para el punto PME3BEL con un total de 12,600 ind/m². El mayor valor de densidad en peso seco fue para el mes de octubre en el punto PME5BEL, con un valor de 5,352 ind/m² y el mayor valor reportado en densidad para peso húmedo fue reportado para el mes de septiembre en el punto PME5BEL con un total de 23,681 ind/m².



Claudia Suseth Romero Oliva
Estudiante



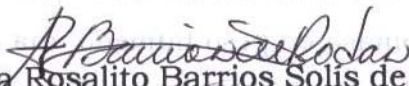
Ph.D. Jorge Erwin López Gutiérrez
Asesor



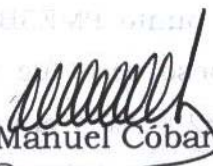
Lic. Julio Enrique Morales Can
Asesor



Lic. Claudio Aquiles Méndez Hernández
Revisor



Licda. Ana Rosalito Barrios Solís de Rodas
Directora Escuela de Biología



Ph.D. Oscar Manuel Cobar Pinto
Decano