

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

**INFORME FINAL DE LA PRÁCTICA DE EDC  
HERBARIO DE BIOLOGIA DE GUATEMALA  
(BIGU)  
ENERO, 2009 - ENERO, 2010  
ESCUELA BIOLOGÍA USAC.**

Alva Judith Montiel Montenegro  
Profesor Supervisor: Licda. Ana Gabriela Armas Quiñónez  
Asesor Institucional: Ing. Agr. Mario Esteban Véliz  
Asesor Investigación: Licda. Norma Edith Gil Rodas de Castillo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA EDC-BIOLOGIA

**INFORME FINAL DE DOCENCIA Y SERVICIO  
HERBARIO DE BIOLOGIA DE GUATEMALA  
(BIGU)  
ENERO, 2009 - ENERO, 2010  
ESCUELA BIOLOGÍA USAC.**

Alva Judith Montiel Montenegro  
Profesor Supervisor: Licda. Ana Gabriela Armas Quiñónez

---

Licda. Kathya Iturbide D.  
Supervisora Unidad de Docencia

---

Ing. Agr. Mario Esteban Véliz  
Supervisor Unidad de Práctica

## INDICE

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Índice	3
Introducción	4
Cuadro de resumen de actividades de EDC	5
Actividades realizadas durante la práctica de EDC	
- Actividades de Servicio: Herbario BIGU	6
- Actividades de Docencia	7
- Actividades no Planificadas	8
Referencias bibliográficas	10
Anexos	
- Anexo1. Montaje y etiquetado de especímenes de herbario	12
- Anexo 2. Etiqueta utilizada en el herbario BIGU	13
- Anexo 3. Parte del equipo que trabaja en el Herbario BIGU	13
- Anexo 4. Fotos del día de la Biodiversidad	14
- Anexo 5. Listado de asistencia a plática a alumnos primer ciclo de la carrera de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-	15
- Anexo 6. Listado de asistencia a plática a alumnos séptimo ciclo de la carrera de Licenciatura en Acuicultura del centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-	16
- Anexo 7. Listado de asistencia a plática a alumnos tercer ciclo de la carrera de Licenciatura en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-	16
- Anexo 8. Listado de asistencia a gira de campo a la estación piscícola Las Ninfas, Amatitlán	17
- Anexo 9. Listado de asistencias a gira de campo Las Lisas, Santa Rosa	18
- Anexo 10. Programa del Primer Informe de la Salud del Arrecife Centroamericano	19
- Anexo 11. Listado de asistencia a seminario de presentación de resultados de investigación 2008. Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-	20
- Anexo 12. Presentaciones en Power Point de las pláticas impartidas a los alumnos de 1er., 3er. y 7mo. Ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-	21

## INTRODUCCION

El subprograma de EDC para estudiantes de Biología ayuda a enriquecer el desarrollo académico de los estudiantes fuera de la casa de estudios. Durante el transcurso de las prácticas supervisadas de EDC se les enseña a los estudiantes los pasos que deben seguir al momento de realizar diferentes actividades como la elaboración de un diagnóstico, plan de trabajo, perfil de investigación, protocolo de investigación, informes bimensuales de la práctica, elaboración de informes de avances en la investigación, informe final de servicio y docencia, informe final de investigación.

Durante el transcurso de las prácticas de EDC, se realizaron muchas actividades, las cuales se nombran en el presente trabajo. El servicio se realizó en el Herbario BIGU, ubicado en el edificio T-10 de la ciudad universitaria. Como se puede observar más adelante entre las actividades realizadas durante mi servicio en el herbario BIGU están: el montaje y etiquetado de especímenes, el ingreso al libro de inventario de los especímenes previamente montados.

Las actividades de docencia se realizaron principalmente en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-. Entre las actividades de docencia que realice se encuentran diferentes pláticas a estudiantes de este centro de estudios, además de participar en diferentes conferencias realizadas durante este período. También se incluye la participación en la actividad del Día de la Biodiversidad que se realizó en el Jardín Botánico y que fue programada y organizada por estudiantes de EDC, supervisores de práctica y el personal del Jardín Botánico.

El trabajo de investigación trata básicamente sobre un estudio que dará a conocer los factores que están relacionados con el deterioro ambiental, que sufren los dos humedales de la Costa Sur, en este caso los humedales escogidos son: El Paredón, Sipacate-Naranjo, Escuintla y Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Debido a la explosión demográfica de los últimos años y al abuso de las personas sobre el manejo de los recursos naturales se ha presentado un acelerado deterioro del medio ambiente, manifestándose en la desaparición de especies de flora y fauna, además de los cuerpos de agua. De esta manera, proliferan enfermedades que ponen en peligro la existencia del ser humano, por lo que es necesario tomar medidas que cambien las actitudes autodestructivas de las personas.

## CUADRO DE RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Nombre de la Actividad	Fecha de la Actividad	Horas de EDC Ejecutadas
<b>A. Servicio</b>			
Las actividades que principalmente se desarrollaron en mi unidad de práctica fueron: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje y Etiquetado de nuevos especímenes.</li> <li>• Ingreso de especímenes colectados al libro de Inventario.</li> </ul>		Enero a Junio 2009	275
<b>B. Docencia</b>			
Las actividades de docencia que principalmente se desarrollaron fueron: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Creación de las presentaciones para las charlas a impartir en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-</li> <li>▪ Plática impartida a estudiantes del curso de Ecología Acuática de tercer ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-</li> <li>▪ Plática impartida a estudiantes del curso de Introducción a la Acuicultura de primer ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-</li> <li>▪ Plática impartida a estudiantes del curso de Acuicultura de Embalses de séptimo ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-</li> </ul>		Del 17 de Febrero al 15 de Mayo del 2009  60 horas	
<b>B.1 Actividades no planificadas de Docencia</b>			
Entre las actividades no planificadas están las siguientes, las cuales forman parte de docencia: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conferencia presentada en el Hotel Camino Real, el día martes 17 de Febrero del 2009. <b>Conferencia: “Primer informe sobre la salud del Arrecife Mesoamericano”</b></li> <li>▪ Conferencia presentada en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, el día miércoles 25 de Febrero del 2009. <b>Conferencia: “Análisis de la variabilidad espacio temporal de la estructura bicapa en el Estrecho de Gibraltar. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz, España”.</b></li> <li>▪ Giras de campo con estudiantes de Primer Año de la Carrera de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. La primera realizada el 20 y 21 de Marzo a la Estación Piscícola Las Ninfas en Amatlán. La segunda realizada del 16 al 18 de Abril en Las Lisas, Santa Rosa.</li> <li>▪ Seminario de Presentación de Investigaciones del Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas –IIH- del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-</li> <li>▪ Plática sobre “Reproducción Vegetativa” durante el día de la Biodiversidad, actividad programada y realizada en el Jardín Botánico el día 28 de junio del 2009.</li> </ul>		95 horas	155

## ACTIVIDADES REALIZADAS DURANTE LA PRÁCTICA DE EDC

### 1. ACTIVIDADES DE SERVICIO: Herbario BIGU

#### No. 1

#### Montaje y Etiquetado de nuevos especímenes:

**Objetivo:** Contribuir al ingreso de nuevos especímenes a las colecciones del herbario.

**Procedimiento:** montaje y etiquetado de nuevos especímenes que se procederán a ser ingresados en la colección del herbario. Sobre un formato de papel textcote C14 de 23.5x 42.5 cm se pega el espécimen herborizado, tratando de que el mismo quede de una forma natural y estética, luego se coloca la etiqueta en la parte inferior derecha del formato donde está descrita toda la información del espécimen. Las replicas de cada planta se separan con sus respectivas etiquetas para que puedan formar parte de los grupos de especímenes de intercambio con otros herbarios.

**Resultados esperados:** Optimizar el espacio y la identificación de los especímenes nuevos para la colección del Herbario BIGU. Se trabajó un estimado de 1500 especímenes.

**Limitaciones:** Ninguna.



#### No.2

#### Ingreso de especímenes colectados al libro de Inventario:

**Objetivo:** Contribuir con el ingreso de los especímenes a la base de datos del herbario.

**Procedimiento:** tomar el espécimen que haya sido montado y debidamente etiquetado, asignarle el número de correlación e ingresarlo al libro de registros, seguido del número de colecta, nombre científico del espécimen la localidad en la que fue colectado, nombre del colector y año de colecta del espécimen, a continuación se localiza el armario en donde se encuentra la familia correspondiente al espécimen y se ingresa en orden alfabético por género y especie.

**Objetivos Alcanzados:** generar más información en la base de datos, ingresando nuevos datos de especímenes colectados. Se trabajaron con un aproximado de 800 especímenes.

**Limitaciones:** Ninguna.

## 2. ACTIVIDADES DE DOCENCIA:

### No. 1

#### **Creación de las presentaciones para las charlas a impartir en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

**Objetivo:** Buscar información que sirva de base para las presentaciones que servirán en las charlas a impartir en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-

**Procedimiento:** se procedió a buscar información en los diferentes medios (libros, revistas, tesis, artículos, páginas en Internet, etc.), se clasificó y se procedió a hacer un documento de apoyo para la realización de las presentaciones en Power Point.

**Objetivos Alcanzados:** se logró obtener bastante información y se procedió a iniciar a hacer las presentaciones en Power Point.

**Limitaciones:** para uno de los temas, fue difícil conseguir información, sin embargo, si se logró conseguir aunque muy poca.

### No. 2

#### **Plática impartida a estudiantes del curso de Ecología Acuática de tercer ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

**Objetivo:** dar a conocer a los estudiantes del curso la función de las hidrófitas y microalgas (fitoplancton) en el ecosistema.

**Procedimiento:** se les impartió una plática introductoria sobre la importancia que tienen tanto las plantas acuáticas como las microalgas (fitoplancton) en un ecosistema y qué función es la que tienen como parte del mismo, con apoyo de una presentación en Power Point.

**Resultados:** los estudiantes comprendieron y conocieron cual es la importancia de la función de las plantas acuáticas y el fitoplancton dentro de un ecosistema. Además de aprender a distinguir las diferencias entre un ecosistema acuático dulceacuícola y uno marino.

**Limitaciones:** Ninguna.

### No. 3

#### **Plática impartida a estudiantes del curso de Introducción a la Acuicultura de primer ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

**Objetivo:** dar a conocer a los estudiantes del curso la función de las hidrófitas y microalgas (fitoplancton) en la acuicultura.

**Procedimiento:** se les impartió una plática introductoria sobre la importancia que tienen tanto las plantas acuáticas como las microalgas (fitoplancton) en la acuicultura, con apoyo de una presentación en Power Point.

**Resultados:** los estudiantes comprendieron y conocieron cual es la importancia de la función de las plantas acuáticas y el fitoplancton en su carrera. Además de aprender a distinguir las diferencias que existen de las plantas acuáticas y fitoplancton en los ecosistemas acuáticos dulceacuícolas y marinos.

**Limitaciones:** Ninguna.

#### **No. 4**

##### **Plática impartida a estudiantes del curso de Acuicultura de Embalses de séptimo ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

**Objetivo:** dar a conocer a los estudiantes del curso la función de las hidrófitas y microalgas (fitoplancton) en los ecosistemas lacustres del país.

**Procedimiento:** se les impartió una plática introductoria sobre la importancia que tienen tanto las plantas acuáticas como las microalgas (fitoplancton) en los ecosistemas lacustres del país y qué función es la que tienen como parte del mismo, con apoyo de una presentación en Power Point.

**Resultados:** los estudiantes comprendieron y conocieron cual es la importancia de la función de las plantas acuáticas y el fitoplancton dentro de un ecosistema lacustre.

**Limitaciones:** Ninguna.

### **ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS**

Durante la práctica de Servicio y Docencia se realizaron las siguientes actividades de docencia que no se encontraban planificadas dentro del plan de trabajo:

#### **Docencia:**

##### **No. 1**

Asistir a una conferencia presentada en el Hotel Camino Real, el día martes 17 de Febrero del 2009.

##### **Conferencia: “Primer informe sobre la salud del Arrecife Mesoamericano”**

**Objetivos:** obtener más información sobre estudios realizados en los arrecifes mesoamericanos y como se encuentran en la actualidad.

**Procedimiento:** se asistió a la conferencia y se tomo nota de datos importantes para aumentar conocimiento en materia de la carrera.

**Objetivos alcanzados:** se obtuvo información importante que puede ser de ayuda en un futuro.

**Limitaciones:** ninguna.

##### **No. 2**

Asistir a una conferencia presentada en el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-, el día miércoles 25 de Febrero del 2009.

##### **Conferencia: “Análisis de la variabilidad espacio temporal de la estructura bicapa en el Estrecho de Gibraltar. Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales. Universidad de Cádiz, España”.**

**Objetivos:** obtener más información sobre estudios realizados en España en la actualidad, principalmente en lo relacionado con el medio ambiente y enfocado a calidad del Agua.

**Procedimiento:** se asistió a la conferencia y se tomo nota de datos importantes para aumentar conocimiento en materia de la carrera.



**Objetivos alcanzados:** se obtuvo información importante que puede ser de ayuda en un futuro.

**Limitaciones:** ninguna

### **No. 3 y 4**

Giras de campo con estudiantes de Primer Año de la Carrera de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. La primera realizada el 20 de Marzo a la Estación Piscícola Las Ninfas en Amatitlán. La segunda realizada del 16 al 18 de Abril hacia Las Lisas, Santa Rosa.

**Objetivos:** brindar asesoramiento y apoyo docente a los Catedráticos de Biología General e Introducción a la Acuicultura en lo referente a plantas acuáticas, especies fitoplanctónicas y calidad de agua.

**Procedimiento:** se asesoró durante la gira tanto a los catedráticos como a los alumnos sobre la importancia de las plantas acuáticas en la acuicultura y en los sistemas hídricos, se tomaron muestras de las mismas y se herborizaron, además se tomaron muestras de agua para su respectivo análisis y se tomo nota de datos importantes para aumentar conocimiento en materia de la carrera.

**Objetivos alcanzados:** se pudo cumplir satisfactoriamente los objetivos.

**Limitaciones:** ninguna

### **No. 5**

Seminario de presentaciones de investigaciones realizadas por el Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas –IIH- del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-

**Objetivos:** obtener información sobre los diferentes estudios realizados en el Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas, principalmente en lo relacionado con el medio ambiente y enfocado a calidad del Agua y a todas las ramas de Biología.

**Procedimiento:** se asistió al seminario y se tomo nota de datos importantes para aumentar conocimiento en materia de la carrera.

**Objetivos alcanzados:** se obtuvo información importante que puede ser de ayuda en un futuro.

**Limitaciones:** ninguna

### **No. 6**

Plática sobre “Reproducción Vegetativa” durante el día de la Biodiversidad, la cual fue dirigida a estudiantes de un colegio. Esta actividad fue programada y realizada en el Jardín Botánico el día 28 de junio del 2009.

**Objetivos:** introducir a los estudiantes al fascinante mundo de la reproducción vegetativa.

**Procedimiento:** se procedió a preparar el material que se utilizaría en la plática de manera previa, el día de la plática se nos dio un lugar estratégico (stand) en donde debíamos de preparar una mesa con el material que íbamos a utilizar, al llegar los estudiantes se procedió a impartir la plática de manera dinámica utilizando el material con el que se disponía, para esto se dividió al colegio en pequeños grupos de estudiantes, los cuales iban pasando por turnos al stand en el que se encontraba mi tema.

**Objetivos alcanzados:** se logró llamar la atención de los estudiantes y a la vez se cumplió con el objetivo de introducirlos un poco al mundo de la reproducción vegetativa.

**Limitaciones:** como los stands estaban en el jardín, a veces el aire hacía que se volara el material que estaba hecho en papel. Otra limitación que se tuvo fue el hecho de que no se contaba con un salón con computadora y cañonera para pasarles una pequeña presentación a los estudiantes.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

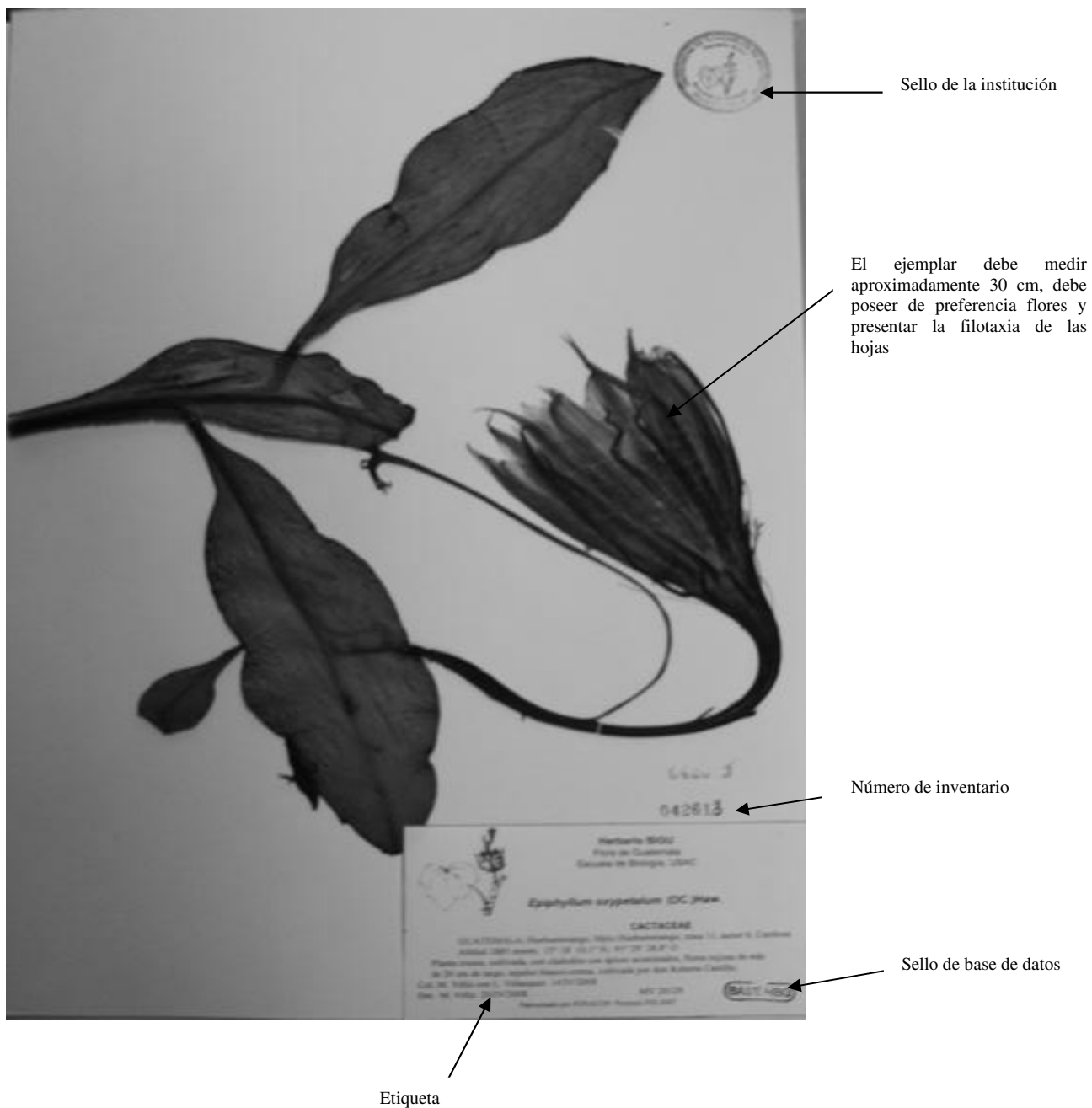
1. Alquijay B., Enríquez, E. 2007. (A) Programa Analítico de EDC para Biología.
2. Alquijay B., Enríquez, E. 2007 (B) Guía para Elaborar Informe bimensual de la Práctica de EDC Integrado.
3. López, J. 2006. Informe Final de la Práctica de EDC.
4. Jones, S. 1997. Sistemática Vegetal. Editorial McGrawHill. México.

# ANEXOS

## DOCENCIA Y SERVICIO

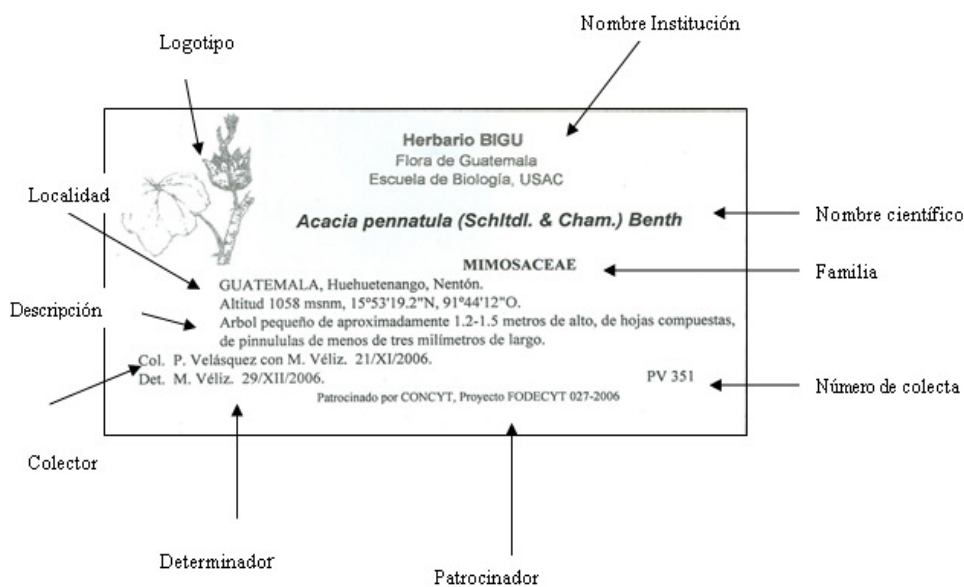
# ANEXO No. 1

## Montaje y Etiquetado de Especímenes de Herbario



## ANEXO NO. 2

Etiqueta utilizada en el Herbario BIGU. La etiqueta brinda información acerca del espécimen colectado, para que esta información sea utilizada como referencia para estudios posteriores y para realizar mapas.



## ANEXO NO. 3

Parte del equipo que trabaja en el Herbario BIGU



**ANEXO NO. 4**  
**Fotos Día de la Biodiversidad**



### ANEXO NO. 5

### Listado de Asistencia a Plática a Alumnos primer ciclo de la carrera de Técnico en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-

Intro. a la Acu.

Fernando H. Pelaez A.	200941085	22.05.09
Juan Carlos Tejada.	20094033P	
Ma. de los Angeles Rosales	200940342	
Angelos Orellana	200940300	
Prada Maria José	200940710	
Zoralya G. López	200940332	
José Roberto Ortiz	200940314	
Miriam V. Cabeera Giron	200942924	
Marilyn Sosa A.	200940319	
Rocio Paz	200940316	
Kerstin Klein	200940303	
- Jorge Ortiz M <sup>g</sup>	200840989	
Sofia Soto M <sup>g</sup>	200940324	
Stephanie Rueda	200940322	
Carol Garcia G.	200840992	
Paula E. Ramirez	200840030	
Sandra M. Brate S	200840911	
Paula Ordóñez Barquin	200840664	
Cristopher Avalos	200943386	
Francisco Pulanco	200941063	
Ana Lucia Martinez	200943140	
Leonel Zelaya	200943389	

Asistencia a Plática Alva

**ANEXO NO. 6**

**Listado de Asistencia a Plática a Alumnos séptimo ciclo de la carrera de Licenciatura en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

Acuicultura en Embaleros #. 05.09

Alfa Castro	200541335	
Mario Hernández	200642053	
Lorena Bailey	200642054	
EMIS Abel Reyes	200642060	
Pedro Alejandro de León	200541367	
Octavio Molina R		
Pedro D. Rodríguez	200115004	
Dna Lucia Digeno	200541352	
Daniel Penados	2004410933	

Asistencia Plática  
Alva Montiel

**ANEXO NO. 7**

**Listado de Asistencia a Plática a Alumnos tercer ciclo de la carrera de Licenciatura en Acuicultura del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

04/03/2006

Asistencia a Plática  
"Función de las Plantas Acuáticas en los Ecosistemas Acuáticos dulceacuícolas y Marinos"  
Por: Alva Montiel Montenegro

Ana Isabel Appiola	200840031	
Diethe Mazonatin G	200840010	
Airam Andrea Lopez Parlet	9710009	
Luis Escay	200841236	
Julio Francisco Sánchez	200840995	
Sofia Morales Navarro	200840027	
Isabel Del Rosario Us	200840916	
Daisy Reyna Dignamante	200105188	



## ANEXO NO. 8

### Listado de Asistencia a Gira de Campo a la Estación Piscícola Las Ninfas, Amatitlán

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-  
 Primer Ciclo  
 Curso: Introducción a la Acuicultura  
 Responsable: Licda. Kathya Iturbide D.

**VISITA A ESTACIÓN PISCICOLA LAS NINFAS, AMATITLÁN**

No.	Carné	Nombre	A	L.C.	P.C.	Observaciones
1	2003 12739	Eli Escobar Hernández	/	/	/	
2	2004 6586	Edgar Rogelio Zea Aragón	/	/	P	
4	2008 13368	Diether Antonio Bode	/	/	P	
5	2008 40030	Paula Emilia Ramirez Chacón	/	/	/	
6	2008 40164	Paula Andrea Ordonéz Barquín	/	/	/	
7	2008 40987	Leslie Milsen Magali Salazar A.	/	/	/	
8	2008 40988	Josué Ramás C.	/	/	/	
9	2008 40989	Jorge Ortiz Morales	/	/	/	J
10	2008 40991	Sandra Morales Molina	/	/	/	J
11	2008 40992	Carol Delfina Garcia Garcia	/	Chica C. nejaq	/	
12	2009 40143	Ana Lucía Martínez Ravanales	/	/	/	
13	2009 40289	Carlos Salvador Lara Cruz	/	/	P.	
14	2009 40303	Kerstin S. Klein Droege	/	/	/	
15	2009 40306	María de los Angeles Orellana Lossley	/	/	/	
16	2009 40309	Victor Salguero Melgar	/	/	/	
17	2009 40314	José Roberto Ortiz Aldana	/	/	P.	
18	2009 40316	María del Rocio Paz Pérez	/	/	/	
19	2009 40319	Marilyn Sosa Azurdía	/	/	P	
20	2009 40322	Stephanie Rueda	/	/	/	
21	2009 40324	Andrea Sofia Soto	/	/	/	
22	2009 40330	Marco Simeón Elías Valdez	/	/	/	
23	2009 40332	Thalya G. López Méndez	/	/	/	J
24	2009 40335	Alerick Josué Pacay	/	/	/	
25	2009 40338	Juan Carlos Tejeda Mazariegos	/	/	P	
26	2009 40339	Arlin Noemi Martínez Figueroa	/	/	/	
27	2009 40342	María de los Angeles Rosales Melgar	/	/	/	
28	2009 40344	Marco Alejandro Mariscal Monroy	/	/	/	
29	2009 40705	Guisela Virginia García	/	/	/	
30	2009 40710	María José Rodas Sánchez	/	/	/	
31	2009 40712	Flor de María Sánchez Lemus	/	/	/	
32	2009 40715	José Portillo Pumay	/	/	/	
33	2009 41062	Alejandro Josué Joaquín González	/	/	/	
34	2009 41063	Francisco Emanuel Polanco	/	/	/	
35	2009 41065	Luis Pedro de Jesús Nuñez A.	/	/	/	
36	2009 41085	Fernando Horacio Pelaez Aguilar	/	/	P	
37	2009 42924	Miriam V. de Fátima Cabrera Girón	/	/	/	
38	2009 43384	Leonel Antonio Zelaya Ciezo	/	/	P	
39	2009 43386	Cristopher G. Avalos Castillo	/	/	P	
40	2009 43505	Daniel Fernando Balcarcel Osorio	/	/	P	
41	2009 80013	Joshua Junior Correa	/	/	P	+

A = Asistencia  
 L.C. = Libreta de Campo  
 P.C. = Práctica de Campo

ANEXO NO. 9

Listado de Asistencias a Gira de Campo Las Lisas, Santa Rosa

Gira de Campo a Las Lisas, Santa Rosa (16 al 18 de Abril 2009)

Carné	Nombre	A	L.C.	P.C.	V.Ch.	C.A.	L.	H.	G.L.	T.C.	Observaciones
2003 12739	Eli Escobar Hernandez										
2004 6586	Edgar Rogelio Zea Aragón										
3	Dieher Antonio Bode										
4	Ana Lucía Martínez Ravanales										
5	Carlos Salvador Lara Cruz										
6	Kerstin S. Klein Dreuge										
7	Marta de los Angeles Orellana Lossley										
8	Victor Salguero Melgar										
9	José Roberto Ortiz Aldana										
10	Maria del Rocío Paz Pérez										
11	Marilyn Sosa Azurdia										
12	Stephanie Rueda										
13	Andreea Sofia Solo										
14	Marco Simeón Elias Valdez										
15	Thalya G. Lopez Méndez										
16	Alerck Josué Pacay										
17	Juan Carlos Tejada Mazariegos										
18	Ailyn Noemí Martínez Figueroa										
19	Maria de los Angeles Rosales Melgar										
20	Marco Alejandro Manscal Morroy										
21	Guisele Virginia Garcia										
22	Maria José Rodas Sanchez										
23	Flor de María Sanchez Lemus										
24	José Portillo Punay										
25	Alejandro Josué Joachin González										
26	Francisco Emanuel Polanco										
27	Luis Pedro de Jesús Nuñez A.										
28	Fernando Horacio Palaez Aquilar										
29	Miriam V. de Fátima Cabrera Girón										
30	Leonel Antonio Zelaya Ched										
31	Cristopher G. Avalos Castillo										
32	Daniel Fernando Balcarcel Osorio										
33	Joshua Junior Correa										

Handwritten notes on the left side of the table: "COCO PAIZ xp11", "L.C. Julio 15", "18", "25 833 519".

Handwritten notes at the bottom of the table:

- EVALUACIÓN GIRA:
  - Asistencia
  - Libreta de Campo
  - Práctica de Campo
- COSTOS A RECAUDAR:
  - G.L. Gas Lancha
  - H. Hotel
  - V.Ch. Viáticos del Chofer
  - C.A. Cuota Alcohol
  - L. Lancha para paso x canal a las
  - T.C. Transporte Carampaña

**ANEXO NO. 10**  
**Programa del Primer Informe de la Salud del Arrecife Centroamericano**



**Healthy Reefs**  
*for Healthy People*  
 www.healthyreefs.org



Primer informe sobre la salud del Arrecife Mesoamericano  
 Hotel Camino Real, Guatemala  
 17 de febrero, 2009

AGENDA

Hora	Actividad	Presentada por:
• 16:30	Inicia el evento	
	Palabras de Bienvenida	Viceministra Sra. Alejandra Sobenes – MARN
	Presentación de la Iniciativa	Néstor Windevoxhel, M. Sc. – TNC
	Presentación del Reporte	Dr. Alejandro Arrivillaga - TNC
• 17:00	Preguntas y Respuestas	
• 17:30	Presentación del Video de la Iniciativa del Arrecifes Saludables para Gente Saludable – “Healthy Reefs for Healthy People”	Néstor Windevoxhel, M. Sc. – TNC
• 17:40	Presentación del Video de SPAGs “Estudio de caso de Caye Glory”	
• 18:30	Palabras de despedida	Sr. Carlos Morales - WWF

www.marcoralwatch.net.

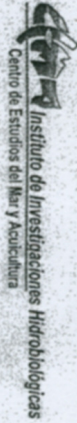
↓  
 Programa de Conservación de Arrecifes  
 Coralinos.

• Polvo del Sahara.

• ↑T° → el coral expulsa a las microalgas / macroalgas que hacen simbiosis.

ANEXO NO. 11

Listado de Asistencia a Seminario de Presentación de Resultados de Investigación 2008. Instituto de Investigaciones Hidrobiológicas del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura -CEMA-



SEMINARIO DE PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN 2.008  
 USAC - CEMA - IHH - AECEMA  
 LISTADO DE ASISTENCIA

NOMBRE	INSTITUCIÓN / CICLO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
Stephanie Rueda Salazar	1er ciclo	esteph003@hotmail.com	[Firma]
Sofía Soto	1er ciclo	Sofia_FT@hotmail.com	[Firma]
Flore de María Sánchez	1er ciclo	Flore_ciao@hotmail.com	[Firma]
Isidoro los Angeles Challaiz	1er ciclo	isidoro_33@hotmail.com	[Firma]
Amor Gomez	4to ciclo	AmorGomez24@hotmail.com	[Firma]
Marilín Seg. Abarca	1er ciclo	marilins2004@hotmail.com	[Firma]
Ronald Ray Pérez	Primer ciclo	9020_roy@hotmail.com	[Firma]
Fátima Valdeora	1er ciclo	pretty_fatih@hotmail.com	[Firma]
MARCELA BILIBERTY	1er ciclo	bilibertymar@gmail.com	[Firma]
Guisele Yessica Garcia	1er ciclo	GARTELE@hotmail.com	[Firma]
Felipe A. Páez	1er ciclo	deliver_isole_88@hotmail.com	[Firma]
José Gabriel Castillo	1er ciclo	deliver_isole_88@hotmail.com	[Firma]
Alfonso Simón Elías	1er ciclo	maximiliano50@hotmail.com	[Firma]
Ignacio López Rojas	3er ciclo	maximiliano50@hotmail.com	[Firma]
Manuel I. Quiroga	ER	manuelanque@hotmail.com	[Firma]
Rony Pérez	3er ciclo	manuelanque@hotmail.com	[Firma]
Julia Sánchez	3er ciclo	manuelanque@hotmail.com	[Firma]
Alma Judith Montiel M.	Auxiliar de Carrera I - CEMA	ajm1004@hotmail.com	[Firma]

Universidad de San Carlos de Guatemala  
 Centro de Estudios del Mar y Acuicultura  
 Ciudad Universitaria zona 12, Edificio T-14  
 Tel (502) 2418-8000 ext 1280  
 email: investigacion.cema@uhro.com

**ANEXO NO. 12**

**Presentaciones en Power Point de las pláticas impartidas a los alumnos de 1er.,  
3er. y 7mo. Ciclo del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA-**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA  
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD  
SUBPROGRAMA DE EDC-BIOLOGÍA

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**  
**“Análisis descriptivo de los parámetros físico-químicos de Calidad del**  
**Agua de Dos Humedales de la Costa Sur de Guatemala: El Paredón -**  
**Sipacate-Naranjo-, Escuintla y Monterrico -Canal de Chiquimulilla-**  
**Taxisco, Santa Rosa”**

Alva Judith Montiel Montenegro  
Profesor Supervisor: Licda Ana Gabriela Armas Quiñónez  
Asesor Investigación: Licda. Norma Edith Gil Rodas de Castillo

---

Licda. Norma Edith Gil Rodas de Castillo  
Vo.Bo.

## INDICE

---

<b>Título</b>	<b>Página</b>
Introducción	3
Resumen	4
Referente Teórico	
- Generalidades	5
- Descripción del área de Estudio	7
- La Vulnerabilidad de la Zona Costera de la Costa Sur	9
- Contaminación de los Humedales de la Costa del Pacífico	10
- Parámetros de Calidad de Agua	12
Planteamiento del Problema	17
Justificación	18
Objetivos	19
Hipótesis	19
Metodología	
- Diseño	19
- Técnicas a utilizar en el proceso de investigación	19
- Instrumentos para registro y medición de las observaciones	21
Resultados	22
Discusión de Resultados	26
Conclusiones	28
Recomendaciones	29
Referencias bibliográficas	30
Anexos	
- Anexo 1. Mapa de Parque Nacional Sipacate-Naranjo	33
- Anexo 2. Análisis en cubetas, colorímetro HACH	34
- Anexo 3. Colorímetro HACH con sus cubetas	35
- Anexo 4. Disco de Secchii	35
- Anexo 5. Marcha analítica	36
- Anexo 6. Fotos de Sitios Muestreados	37
- Anexo 7. Fotos de Equipo de Trabajo	38
- Anexo 8. Hoja de datos para llenar en campo para análisis	
<i>In situ</i>	39

---

## RESUMEN

### **“Análisis descriptivo de los parámetros físico-químicos de Calidad del Agua de Dos Humedales de la Costa Sur de Guatemala: El Paredón -Sipacate-Naranja-, Escuintla y Monterrico -Canal de Chiquimulilla- Taxisco, Santa Rosa”**

El presente estudio da a conocer los factores que están relacionados con el deterioro ambiental que sufren los dos humedales de la Costa Sur escogidos: Sipacate-Naranja y Monterrico. Debido a la explosión demográfica de los últimos años y al abuso de las personas sobre el manejo de los recursos naturales se ha presentado un acelerado deterioro del medio ambiente, manifestándose en la desaparición de especies de flora y fauna, además de los cuerpos de agua.

Es importante saber en qué condiciones se encuentran estos humedales, debido a que son ecosistemas con alta biodiversidad, son sitios de descanso y anidación para muchas especies y además sustentan las economías locales jugando un reconocido papel en la seguridad alimentaria de sus poblaciones circundantes. La medición de parámetros físico-químicos se adapta a dichas condiciones y es una metodología práctica y viable, que puede revelar el estado de contaminación actual de estos humedales.

El presente estudio se realizó con el fin de obtener una pequeña evaluación de los parámetros físico-químicos de los humedales antes mencionados, para estimar su potencial y estado actual, así como también para aportar información que pueda ser utilizada en planes de manejo adecuados, además de generar información para futuros estudios.

Los tratamientos utilizados en el muestreo fueron: entrada de río, canal y lagunetas. Las muestras obtenidas se guardaron en frascos de plástico con su respectiva etiqueta. Parámetros físicos tomados *in situ* en cada punto de muestreo: pH, temperatura, transparencia, profundidad (ambas con disco de secchi). Los parámetros químicos analizados *ex situ* (en laboratorio) fueron: alcalinidad, salinidad, dureza, nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos, amonio. El equipo utilizado para el análisis *ex situ* fue un colorímetro marca HATCH modelo DR/890. Los muestreos se realizaron en los meses de Junio, Julio, Septiembre y Octubre del 2009.

Según los resultados presentados existen variaciones en los parámetros físico-químicos entre los dos humedales escogidos para el presente estudio para los meses de muestreo. También presentan las siguientes similitudes: ambos sitios de muestreo presentan similares rangos de pH, rango de alcalinidad menor a los 100 mg/l, son representados como “aguas blandas” por sus valores bajos de Dureza. Están en rango óptimo de salinidad para cuerpos de agua dulce (aguas naturales). Presentan cierto grado de eutrofización, lo que nos indica que si se encuentran contaminados. Según estos resultados el estado actual para ambos humedales es que presentan cierto grado de eutrofización, esto debido a que las vertientes del pacífico que desembocan en ellos vienen cargadas de desechos producidos por diferentes actividades antropogénicas a nivel industrial y doméstico. De esta manera se comprobaron ambas hipótesis ya que ambos sitios de estudio, presentan cierto grado de contaminación representado por la eutrofización.



## INTRODUCCION

Los humedales están definidos por la Convención Ramsar como “Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”. Estos humedales cumplen importantes funciones como protección contra inundaciones, y tormentas, mantenimiento de la calidad de agua, medio de transporte acuático, estabilización de la línea costera, retención de sedimentos y nutrientes, entre otros.

El presente estudio da a conocer los factores que están relacionados con el deterioro ambiental, que sufren los dos humedales de la Costa Sur escogidos: El Paredón, Sipacate-Naranjo, Escuintla y Monterrico, Taxisco, Santa Rosa. Debido a la explosión demográfica de los últimos años y al abuso de las personas sobre el manejo de los recursos naturales se ha presentado un acelerado deterioro del medio ambiente, manifestándose en la desaparición de especies de flora y fauna, además de los cuerpos de agua, proliferando enfermedades que ponen en peligro la existencia del ser humano, por lo que es necesario tomar medidas que cambien las actitudes autodestructivas de las personas. Los estudios a través del análisis y evaluación de los parámetros físico-químicos de los cuerpos de agua detectan los factores que afectan los sistemas, contribuyendo a dar posibles soluciones para un mejor manejo y aprovechamiento del recurso natural, para asegurar que en un futuro el recurso se conserve para que así mejore la calidad de vida del ser humano.

Independientemente de la situación geográfica, las causas y los problemas de la contaminación son fundamentalmente los mismos en todo el mundo, donde quiera que se establecen, los hombres han apreciado el recurso más valioso de la naturaleza como lo es el agua y en su anhelo por extenderse, estableciendo comunidades a orillas de ríos y lagos, la agricultura, ganadería e industria, han permitido que se contamine el medio ambiente acuático por medio de la evacuación de las aguas residuales, desechos agrícolas, ganaderos e industriales en las corrientes de agua más próximas, esta práctica en el transcurso del tiempo ha resultado nociva poniendo en peligro la salud pública, perjudicando los sistemas y destruyendo la vida acuática.

Guatemala posee zonas sumamente importantes de humedales y de ecosistemas de manglar constituidos por una serie de características físicas, químicas y biológicas asociadas a un régimen hídrico temporal o permanente por lo que tiene un alto grado de productividad y son considerados como ecosistemas de gran importancia para la conservación de numerosas especies vegetales, animales y de hábitat muy frágiles. Sin olvidar su importancia como zonas de descarga hídrica y estabilizadores de la zona costera, función importante frente al cambio climático global y otros fenómenos no menos importantes como el del niño y la niña y los cada vez más abruptos inviernos en la región.

El presente estudio se realizó con el fin de obtener una pequeña evaluación de los parámetros físico-químicos de los humedales antes mencionados, para estimar su potencial y estado actual, así como también para aportar información que pueda ser utilizada en planes de manejo adecuados.

## **REFERENTE TEÓRICO**

### **MANGLARES:**

La Convención sobre los Humedales o Convención Ramsar define los humedales como “Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Tabilo, 1999).

Esta definición abarca una gran cantidad de humedales con características muy distintas. Cada humedal está formado por una serie de componentes físicos, químicos y biológicos, como suelos, agua, especies de flora, fauna y nutrimentos. Los procesos entre estos componentes y dentro de cada uno de ellos permiten que el humedal desempeñe funciones, como el control de inundaciones y la protección contra tormentas, permitiendo también la vida silvestre, pesquerías y recursos forestales (Tabilo, 1999).

Estos ecosistemas cumplen funciones de protección contra inundaciones, y tormentas, mantenimiento de la calidad de agua, medio de transporte acuático, oportunidades de recreación y turismo, estabilización de la línea costera, retención de sedimentos y nutrimentos, además de brindar oportunidad de investigación y educación. También poseen características intangibles como la biodiversidad y el patrimonio cultural (Ramsar, 1998).

El manglar es un ecosistema altamente productivo que provee a las comunidades, innumerables bienes y servicios. Algunos de estos usos se remontan a la época pre colombina según lo demuestran vestigios encontrados en el Manchón. Entre los bienes se pueden enumerar: productos maderables, productos no maderables, recursos pesqueros de captura directa en el manglar (peces, moluscos y crustáceos), sal, miel, caza deportiva, materiales químicos extraídos del manglar (taninos, alcoholes), fibras de valor comercial y productos medicinales. Entre los principales servicios están: la protección contra la erosión de la costa, mitigación del impacto de inundaciones (regulador hidráulico), acumulación de nutrientes, protección de infraestructura, recreación y turismo, exportación de materia orgánica (soporte a las pesquerías), fijación de CO<sub>2</sub>, refugio de vida silvestre, ofrece vías y oportunidades de transporte, y proporciona hábitat para organismos marinos y hábitat reproductivo de aves residentes y migratorias. (Ramsar, 1998).

Los manglares son sistemas altamente productivos cuando se mantienen las condiciones ecológicas que los sustentan, en particular las de tipo hidráulico como la demanda ecológica de agua del sistema. Los manglares proveen mayor beneficio por los servicios ambientales que brindan comparado con los bienes de uso directo que se obtienen de ellos. (Ramsar, 1998)

La disminución en la cobertura de manglares empezó con el cultivo de algodón en la década de los 60s y 70s, lo que provocó desvío masivo de agua por parte de las fincas, quedando muchos estuarios sin agua en el verano. En el Pacífico, el área del Manchón ha ganado manglares y ha perdido hectáreas de camaronerías, mientras que en otras áreas han

desaparecido los manglares y han crecido las camarónicas. Se ha mencionado que las empresas están destruyendo manglares y bombeando agua dejando seco algunos sitios donde antes había pesquerías artesanales, sin embargo no existe documentación al respecto. (García, 2001)

Entre uno de los principales problemas de sobre uso de los recursos del manglar son los problemas de alteración de condiciones naturales por la alteración del flujo de marea para la construcción de infraestructura y la reducción de los caudales de los ríos. Los problemas de contaminación resultan del uso del manglar como basurero y por la contaminación de aguas por agroindustria y desechos domésticos. (García, 2000)

Algunos ejemplos de estas amenazas e impactos sobre los manglares del litoral del Pacífico incluyen la construcción de centros turísticos y urbanizaciones para casas de veraneo en Buena Vista, Marinas del Sur, Pérgolas del Mar y San Marino en Escuintla y en Monterrico en Santa Rosa. La construcción de canales y el dragado debido a los problemas que el azolvamiento causa para el transporte en lanchas en Likín y la apertura de barras para profundizar y permitir la entrada de barcos en El Chapetón, Las Lisas y El Jiote. La tala de y apertura de brechas en el manglar para dar salida a un turicentro en Guazacapan (3 km de largo por 30 m de ancho), para la navegación hacia las aldeas en Tilapa. (García, 2001)

### **Importancia de los Humedales**

Los humedales proporcionan recursos naturales de gran importancia para la sociedad. Por tal motivo, su manejo implica la necesidad de desarrollar su uso racional o uso sustentable (Ministerio de Salud, s.f.).

Los humedales generalmente son ecosistemas de gran importancia para los procesos hidrológicos y ecológicos. Generalmente sustentan una importante diversidad biológica y en muchos casos constituyen hábitats críticos para especies seriamente amenazadas. Asimismo, dada su alta productividad, pueden albergar poblaciones muy numerosas (Ministerio de Salud, s.f.).

Las actividades humanas requieren de los recursos naturales provistos por los humedales y dependen por lo tanto del mantenimiento de sus condiciones ecológicas. Dichas actividades incluyen la pesca, la agricultura, la actividad forestal, el manejo de vida silvestre, el pastoreo, el transporte, la recreación y el turismo (Ministerio de Salud, s.f.).

Uno de los aspectos fundamentales por los que en los últimos años se ha volcado mayor atención en la conservación de los humedales es su importancia para el abastecimiento de agua dulce con fines domésticos, agrícolas o industriales (Ministerio de Salud, s.f.).

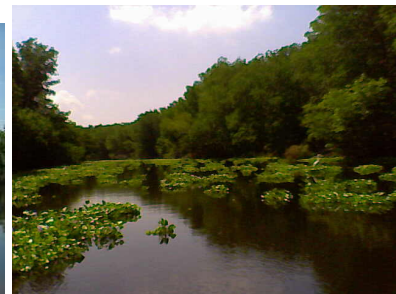
### a. Descripción de las Áreas de Estudio:

#### Reserva Natural de Monterrico, Canal de Chiquimulilla:

El canal de Chiquimulilla se extiende unos 120 kilómetros casi paralelos a la línea de costa. Representa un importante hábitat de especies de animales y plantas, sirve de drenaje a cinco cuencas y una sub-cuenca y es el medio de comunicación entre varias comunidades (Fundaecco, 2002).

Este canal esta siendo objeto de continua destrucción, producto de la deforestación de la zona de mangle, la contaminación por insecticidas, agroquímicos y aguas servidas. La presión sobre las especies animales ha llevado casi a la desaparición de mamíferos como el mapache y la comadreja. De igual forma se ha reportado una reducción de las especies de peces, crustáceos y moluscos. Resulta de suma importancia señalar que este canal es el medio de subsistencia económica para más de 10,000 familias de las comunidades aledañas (Fundaecco, 2002).

La Reserva Natural de Monterrico tiene una extensión de 28 km. cuadrados, de los cuales un 70% son acuáticos y un 30% terrestres. La Reserva Natural de Monterrico fue creada en 1956. La reserva posee ecosistemas costeros y marinos en los cuales existe una gran biodiversidad. Un gran número de senderos acuáticos caracteriza el Canal de Chiquimulilla, los cuales pueden visitarse únicamente en compañía de los guías especializados de la reserva. El canal de Chiquimulilla es de importancia vital en cuanto es el único lugar de descanso en la costa sur de Guatemala para aves migratorias que utilizan el corredor occidental desde Canadá y Estados Unidos. (



[http://www.dulceysaladoguatemala.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=26](http://www.dulceysaladoguatemala.com/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=26)

El canal de Chiquimulilla es un canal artificial que va de la frontera con el Salvador, a la altura de las Lisas, hasta el puerto de San José, y sirve a transportar la madera y los camarones, así como los habitantes a veces, ya que no hay carreteras para llegar a algunos pueblos, como la barra del Jiote.

### **El Paredón (Parque Nacional Sipacate-Naranjo):**

Se localiza al Oeste del caserío El Paredón, aldea Sipacate, municipio de La Gomera Escuintla, UTM N 1539250 Y E 707100. Constituye la desembocadura del río Acomé, se reporta que esta bocabarra se desplazó 350 metros hacia el Oeste en el mes de mayo de 1998. El estuario del Canal de Chiquimulilla cercano a la barra, se encuentra muy asolvado lo cual se incrementó después de la tormenta Mitch. La fuerza del agua arrastrada durante la tormenta, desgastaron el médano a la altura de El Paredón poniendo en riesgo a la población.

A unos 170 kilómetros de la ciudad capital, en jurisdicción de la Gomera, se encuentra el Parque Nacional Sipacate-Naranjo, fundado en 1969. Cuenta con una extensión de 1km de ancho, en una franja de 20 km. El atractivo principal es el bosque, donde abundan las especies tropicales, sobresaliendo los mangles, especies forestales que se encuentran amenazadas por varios factores, tales como su tala desmesurada, para construcción, uso agrícola o para empleo turístico de los suelos. En este Parque cabe apreciar también las salineras artesanales, y se puede visitar el santuario de vida silvestre denominado “Poza del Nance”, donde hay principalmente tortugas marinas, como la baula y la parlama.

La región posee un clima cálido que se caracteriza por dos estaciones, una seca y otra lluviosa. La época seca se presenta en los meses de noviembre - abril, y la lluviosa de mayo - octubre. Según el sistema climático de Thornthwaite la región se caracteriza por ser de clima cálido, sin estación fría bien definida y con invierno seco.

Los estudios que se han realizado en el área, relacionados al problema, señalan la presencia de contaminantes químicos en aguas del estero Sipacate, evidenciados por exceso de nitratos y fosfatos. Además se ha determinado la disminución y anulación del oxígeno disuelto en el agua debido a la fermentación de la materia orgánica proveniente de la contaminación agroindustrial. La falta de oxígeno limita la sobrevivencia de la fauna acuática. (García, 2001)

Otra fuente de contaminación para el área fueron las prácticas agrícolas del cultivo del algodón principalmente en las décadas del 60, 70 y 80. Los agroquímicos utilizados en esa época son residuales, es decir permanentes, por lo que persiste la contaminación de aguas subterráneas y suelos muchos años después de su aplicación.

En la región se ha encontrado la presencia de los altamente residuales y tóxicos DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), DDD (dicloro-difenil-dicloroetano), DDE (diclordifenil-dicloro-etileno), dieldrín, endrín, aldrin e isodrin.



Fotos: A. Montiel

A continuación se presenta una tabla con las coordenadas geográficas de las Unidades de Muestro –Humedales- :

**Tabla No. 1.** Coordenadas geográficas de los humedales estudiados.

<b>Humedal</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>	<b>Latitud</b>	<b>Longitud</b>
Monterrico (Tamarindo Viejo, Puente Grande, La Palmilla)	13.91167	-90.48778	13°54'42"N	090°29'16"W
Sipacate - Naranjo	13.92833	-91.17500	13°55'42"N	091°10'30"W

Fuente: guatemalawss.com

### **b. La Vulnerabilidad de la Zona Costera de la Costa Sur:**

La zona costera no puede dividirse en partes aisladas para ser conservadas independientemente de su entorno. Las áreas marino-costeras están vinculadas por sus zonas de influencia terrestre y acuática, que involucran las actividades humanas que en ella se desarrollan. Es casi seguro que cualquier actividad que altere un ecosistema en tierra, en algún momento, tendrá un impacto en el nivel inferior inmediato, el que finalmente será percibido en el mar (Fundaeo, 2002).

Las áreas costero-marinas del Sur de Guatemala son muy vulnerables a los impactos generados en sus porciones terrestre y marina. Esto se debe al manejo actual de los recursos marinos, tanto como el manejo que hacen las poblaciones, la agroindustria y la industria en las partes altas y medias de la Vertiente del Pacífico (Fundaeo, 2002).

La costa sur de Guatemala es un área económicamente importante para el país donde las actividades productivas vinculadas a la agroindustria, la ganadería y la existencia de puertos marítimos, han generado un alta concentración humana y el desarrollo de centros urbanos de importancia. Estas condiciones han ocasionado un severo impacto sobre los ecosistemas originales, los cuales tenían hábitats similares a los existentes actualmente en el departamento de El Petén (Fundaeo, 2002).

### **c. Contaminación de los Humedales de la Costa del Pacífico:**

De acuerdo a información de la Oficina de Recursos Hídricos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, prácticamente todos los ríos de la vertiente del Pacífico se encuentran altamente contaminados por los desechos producidos por la agricultura intensiva (Pesticidas, fertilizantes, etc.), la actividad agroindustrial (pulpa de café, mieles de caña, etc.), y desechos urbanos (aguas negras y otros desechos domésticos). Estas aguas son las que alimentan las zonas estuarinas en donde se ubican los bosques de manglar del Pacífico. Los nutrimentos y otras sustancias de desecho contenidas en el agua de desperdicio, frecuentemente estimulan el crecimiento de algunas plantas y pueden causar grandes cambios en la composición y abundancia de las especies marinas y del estuario, incluyendo la pérdida de algunas especies particularmente sensibles. (García, 2000)

Por otro lado, las actividades agrícolas en tierras altas y la deforestación de estas zonas alteran las características de escorrentía de aguas y sedimentos, provocando una mayor deposición de sedimentos en las áreas estuarinas. El Canal de Chiquimulilla, un cuerpo de agua de origen artificial creado a partir de la unión de varios esteros y lagunas costeras en la costa del Pacífico, presenta problemas de asolvamiento en varios tramos de su curso debido a la alta deposición de material sedimentario proveniente de las tierras altas y es transportado por los ríos. (García, 2000)

En la costa del Pacífico existen tres áreas que poseen “aún” manglar en cantidad considerable: Monterrico, Las Lisas y Manchón-Guamuchal. La cobertura de manglar en cada uno de ellas es la siguiente: Monterrico 2,500 Ha., Las Lisas 2,000 Ha. Y Manchón-Guamuchal 4,000 Ha. (García, 2000)

Los manglares cumplen funciones muy importantes, ya que: estabilizan la zona costera, favorecen los recursos pesqueros proporcionando alimento y protección a las crías, previenen la contaminación y son una fuente potencial para actividades de ecoturismo.

Se observa que existe presión antropogénica sobre los ecosistemas costeros, especialmente sobre los manglares ya que se les utiliza como combustible (leña) en salinas y en hogares, para construcción de viviendas y para curtir pieles; el incremento de actividades acuiculturales y la colecta de postlarvas de camarón son actividades que inciden también en el deterioro de los ecosistemas.

A la costa del Pacífico llegan gran cantidad de aguas continentales, provenientes de las tierras altas volcánicas, las cuales provocan inundaciones severas en la época de lluvia, este problema se vería agudizado si ocurriese el estimado ascenso del nivel del mar, debido a que las aguas continentales tendrían que contrarrestar la diferencia de nivel inundando más terrenos.

Es importante percatarse de que todas las aguas naturales contienen varios contaminantes que provienen de la erosión, la lixiviación y los procesos antropogénicos. A esta contaminación se agregan aquellas causadas por aguas residuales de origen doméstico o industrial. Cualquier cuerpo de agua es capaz de asimilar cierta cantidad de contaminación sin efectos serios debido a los factores de dilución y auto purificación que están presentes.

Si hay contaminación adicional, se altera la naturaleza del agua receptora y deja de ser adecuada para sus diferentes usos.

### **Tipos de Contaminación:**

Los contaminantes se comportan de diferentes maneras cuando llegan al agua. Los materiales no conservativos que incluyen a la mayoría de las sustancias orgánicas, algunas sustancias inorgánicas y muchos microorganismos se degradan por los procesos de auto purificación, de modo que sus concentraciones se reducen con el tiempo. El tiempo de descomposición de estos materiales depende de cada contaminante en particular, de la calidad de agua receptora, de temperatura y de otros factores ambientales. Los procesos naturales no afectan a muchas sustancias inorgánicas, por lo que las concentraciones de estos contaminantes conservativos solo se pueden reducir por dilución. Por lo regular los procesos naturales o de tratamientos de aguas no afectan a los contaminantes conservativos y su presencia en una fuente de agua limita su uso.

Además de tener presente su clasificación de acuerdo a sus características permanentes o no permanentes, es importante conocer las siguientes propiedades de los contaminantes.

Compuestos tóxicos que causan inhibición o destrucción de la actividad biológica en el agua. La mayoría de estos materiales provienen de descargas de fertilizantes, de aguas negras e incluyen: metales pesados, repelentes de insectos nocivos al hombre, herbicidas y plaguicidas, etc. Algunas especies de algas pueden liberar toxinas potentes y se han dado casos en los que el ganado muere después de beber agua con este tipo de toxinas.

Materiales que afectan el balance de oxígeno en el agua:

- a) Sustancias que consumen oxígeno: estas pueden ser materiales orgánicos que se oxidan bioquímicamente o agentes reductores inorgánicos.
- b) Sustancias que entorpecen la transferencia de oxígeno a través de la interfase aire-agua: los aceites y detergentes pueden formar películas protectoras en la interfase, las que reducen la transferencia de oxígeno y amplifican los efectos de las sustancias que consumen oxígeno.
- c) La contaminación térmica puede alterar el balance de oxígeno debido a que la concentración de saturación de oxígeno se reduce con el aumento de temperatura.

Los sólidos inertes en suspensión o disueltos causan problemas cuando se encuentran en altas concentraciones, por ejemplo, los lavados de kaolin en China; pueden recubrir el lecho de una corriente lo que impide el crecimiento del alimento para peces y los ahuyenta de las inmediaciones en forma tan efectiva como lo haría un veneno. La descarga de agua salobre puede hacer que un río sea inadecuado para propósitos de abastecimiento de agua. (Tebbutt, 1993).



#### **d. Parámetros de Calidad de Agua:**

Los cuerpos de agua presentan características hidrográficas diferenciales que deben ser consideradas al evaluar la calidad de sus aguas. Las características físico – químicas del agua, son determinadas por las condiciones existentes en la cuenca hidrológica (climáticas, geomorfológicas y geoquímicas) y varían espacial y temporalmente. En zonas tropicales existen otras variables que influyen en la calidad de agua como la temperatura, la estacionalidad y la altitud. (Cubillos, 2006)

##### **I. Parámetros físicos:**

- **Temperatura:**

La temperatura es uno de los factores más importantes desde cualquier punto de vista ya que de la misma van a depender los organismos que se encuentren en el cuerpo de agua ya sean organismos mayores como los peces o bien microorganismos como el zooplancton y el fitoplancton, el desarrollo y reproducción de los microorganismos aumenta con la temperatura acelerando su tasa metabólica y reproducción, en los peces la temperatura es un indicador para comenzar su periodo de reproducción, al igual con las temperaturas bajas esto disminuye. La temperatura en los cuerpos de agua es más estable y tiende a variar durante el día y la noche.

También la temperatura esta relacionada con los gases disueltos como el oxígeno, el dióxido de carbono y otros gases, las altas temperaturas bajan la solubilidad de los gases, por ejemplo, a temperatura baja de 10 grados centígrados habrá más oxígeno disuelto que a temperatura alta en donde se encuentra menos oxígeno.

Influye directamente sobre las necesidades de oxígeno de los organismos acuáticos y esta afecta los procesos físico – químicos, biológicos y las concentraciones de otras variables (oxígeno, nitrógeno, etc.). A mayor temperatura, menor contenido de gases disueltos, mayor respiración ocasionando mayor consumo de oxígeno y descomposición de materia orgánica, incremento del fitoplancton y turbidez (Brugnoli, 1999).

- **Conductividad Eléctrica:**

Es la capacidad de los iones (aniones y cationes) inorgánicos de conducir electricidad; los aniones y cationes en solución nos reflejan una baja concentración de aniones y cationes que esta relacionada con la baja dureza.

Mide la cantidad total de iones en el agua, por lo que se relaciona con la salinidad. A través de la conductividad se puede conocer mucho del metabolismo de un ecosistema acuático, así como, la magnitud de la concentración iónica (los iones responsables de la conductividad son los macro nutrientes como el calcio, magnesio, potasio, sodio, carbonatos, cloruros y sulfatos), la variación diaria de la conductividad que proporciona información acerca de la productividad primaria y descomposición de la materia orgánica, la detección de fuentes de contaminación y la naturaleza geoquímica del terreno (Roldán, 1992).

- **Turbidez:**

Estado del agua corriente enturbiada por el arrastre de sólidos en suspensión. La turbidez en el agua está causada por la presencia en suspensión de materia coloidal y (como arcilla, fango, materia orgánica finamente dividida, plancton y otros organismos microscópicos). (Letterman, 2002).

- **Potencial de Hidrógeno (pH):**

Es el potencial de iones hidrogeno presentes en el agua y esta íntimamente relacionado con los cambios de acidez, basicidad y de la alcalinidad de las aguas, cuando presentan estados de acidez es porque son pobres en carbonatos de calcio y es por eso que las aguas alcalinas tienden a tener un pH más estable ya que los carbonatos presentes hacen la acción de buffer y no permiten el cambio brusco de pH, que si se ve afectado de una manera brusca, este puede causar problemas a los organismos como estrés, baja de crecimiento y en caso crítico, mortalidad. (Tebbutt, 1990)

En caso de una alcalinidad alta los organismos presentan problemas en la piel ya que se les hace incrustaciones calcáreas y les da problemas de respiración, así como la muerte en casos críticos de alcalinidad.

El pH también afecta como la lluvia acidificando el agua causando daños en la vida acuática y a la vegetación, también los factores edáficos alteran el pH de las aguas acidificándolas. Las aguas acidas son pobres en diversidad de organismos ya que estas aguas causan problemas en las agallas de los peces y en otras partes del cuerpo, también afectan a los diferentes microorganismos que forman parte del plancton (fitoplancton y zooplancton) ya que al tener un pH ácido el agua no permite que estos desarrollen fácilmente como lo hacen normalmente en aguas de pH neutro que brinda condiciones adecuadas para los organismos.

De manera natural el agua de lluvia es de condición ácida y al combinarse con el CO<sub>2</sub> atmosférico formando así el ácido carbónico el cual modifica el pH acidificando el cuerpo de agua, la contaminación del aire en áreas industriales, constituye la fuente más importante para la acidificación de las aguas naturales, especialmente lagos.

Cuando se desea saber la intensidad de acidez o alcalinidad de una muestra, se mide en la escala de pH, que en realidad mide la concentración de iones de hidrogeno presentes.

El agua esta ionizada débilmente:  $H_2O \rightarrow H + OH$  ya que sólo cerca de 10 a 7 menos concentraciones molares de H y OH están presentes en equilibrio.

También otras fuentes que pueden influir en la acidificación de los cuerpos de agua son los factores edáficos, la explotación de carbón, pirita y azufre presente en el fondo en forma de ácido sulfhídrico.

El pH controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica normalmente se restringe a una escala bastante estrecha de pH entre 6-8. Las aguas muy ácidas o muy alcalinas son indeseables debido a que son corrosivas o presentan dificultades en su tratamiento.

Dentro de los efectos de la acidez desde el punto de vista limnológico una creciente acidez produce cambios drásticos y fatales ya que disminuye considerablemente la productividad primaria, en estas condiciones desaparecen los invertebrados acuáticos y se produce un cambio de bacterias a poblaciones de hongos disminuyéndose la descomposición de la celulosa y la concentración de oxígeno.

Las tres formas de que el pH se presenta es: alcalino en un rango de 6.5-11. Un pH de 7-9 se presenta la alcalinidad por bicarbonatos, la alcalinidad por carbonatos a pH de 10.5 y de un pH de 11 en adelante se da alcalinidad por hidroxilos.

- **Oxígeno Disuelto**

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. La difusión de este en un ecosistema acuático se lleva a cabo por medio de la circulación y movimiento del agua provocados por diferencia de densidad de las capas de agua o por los vientos (Roldán, 1992).

El contenido de oxígeno varía estacional y diariamente en relación con la actividad biológica, la temperatura, salinidad, altitud o turbulencia. La presencia de concentraciones en determinados rangos de oxígeno disuelto, denota buena calidad en las aguas y su ausencia indica sistemas anaeróbicos por contaminación o procesos biológicos.

## II. Parámetros químicos:

- **Alcalinidad**

La alcalinidad del agua es una medida para neutralizar ácidos, o en otras palabras es la forma de expresar la cantidad de iones de bicarbonato y carbonatos presentes en el agua. (Roldan, 1992)

- **Dureza**

Limnológicamente la dureza del agua esta definida por la cantidad de iones de calcio y magnesio presentes en ella. Se consideran aguas poco productivas aquellas que poseen menos de  $10\text{mg.l}^{-1}$  de calcio; aguas medianamente productivas las que poseen valores entre  $10$  y  $25\text{mg.l}^{-1}$  y aguas muy productivas las que poseen valores superiores a los  $25\text{mg.l}^{-1}$ . Las aguas con bajos valores de dureza se llaman también “aguas blandas” y biológicamente son poco productivas, por el contrario, aguas con altos valores de dureza se denominan “duras” y por lo regular son muy productivas (Roldán, 1992).

- **Salinidad**

Se define como la cantidad total de material sólido en gramos contenido en un kg. de agua de mar cuando todo el carbonato ha sido convertido en óxidos, el bromo y el yodo reemplazados por el cloro y toda la materia orgánica completamente oxidada. La salinidad de las aguas naturales varía de básicamente cero a más de 40 partes por mil (Wheaton, 1982).

- **Nutrientes:**

- a) Presencia de fósforo en el agua:**

El fósforo es un elemento que juega un papel muy importante en el metabolismo biológico. En comparación con los demás nutrientes, el fósforo es el factor más limitante en la productividad primaria. Este se puede encontrar en el agua en forma de fosfatos ( $\text{PO}_4$ ) la principal fuente de este son las rocas ígneas una de las cuales es la apatía y en forma de fosfina ( $\text{PH}_3$ ), es una forma que se encuentra en los pantanos y que en las noches se observa como fuegos fatuos al ponerse en contacto con el oxígeno del aire. La disponibilidad de fosfatos en el agua como ( $\text{PO}_4$ ) aumenta a pH básico y disminuye a pH ácido. En parte esto explica el porque los lagos de pH básico son más productivos que los ácidos.

El fósforo es utilizado por los organismos para la transferencia de energía dentro de la célula, para algunos sistemas enzimáticos y para otras funciones celulares. Este se encuentra en varias formas en los sistemas acuáticos siendo los más importantes: fósforo inorgánico soluble, fósforo orgánico soluble y fósforo orgánico en partículas. Las reacciones químicas del fósforo son dependientes del pH por lo que se considera que la química del fósforo en los sistemas acuáticos es muy variable (Wheaton, 1982).

El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico, es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria. La forma más importante es la de ortofosfato pues es la manera como las plantas acuáticas y el fitoplancton pueden absorberlo (Roldán, 1992).

Concentración de fósforo total con relación al estado trófico de los lagos (Vollenweider, 1968):

<b>Estado Trófico</b>	<b>Fosfato total mg/L</b>
Ultraoligotrófico	Menor de 5
Oligomesotrófico	5 a 10
Mesoeutrófico	10 a 30
Eupoligotrófico	30 a 100
Politrófico	Mayor de 100

### b) Presencia de Nitrógeno en el agua:

El nitrógeno en el agua puede encontrarse en forma de amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), estos compuestos nitrados pasan por varias etapas gobernados por bacterias. La dirección de este fenómeno puede ser oxidante o sea a través de la producción de nitratos como ultimo estado de oxidación del nitrógeno, o reductor a través de la producción de nitrógeno gaseoso, las reacciones que se producen son amonificación, nitrificación y desnitrificación. (Roldan, 1992)

El nitrógeno es un elemento necesario en la estructura de las proteínas, para realizar funciones como la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, formación de genes y crecimiento (Wheaton, 1982).

Este se encuentra en varias formas en los cuerpos de agua siendo las más comunes el nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), amonio ( $\text{NH}_4$ ), nitrógeno como gas libre ( $\text{N}_2$ ) y en formas orgánicas como aminoácidos y proteínas. La conversión de una forma a otra ocurre por reacciones químicas pero generalmente son resultado de acciones biológicas (Wheaton, 1982).

De todas estas formas de nitrógeno, los nitratos y el ion amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, ya que constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio (Roldán, 1992).

El nitrato es reducido a nitrito, en condiciones anaeróbicas y el nitrito puede ser oxidado a nitrato. Ambas especies, son incluidas para las determinaciones de calidad del agua para consumo humano y detección de impactos orgánicos o de origen industrial. Elevada concentraciones de nitrato pueden indicar contaminación orgánica o efectos de fertilizantes, así como, altas concentraciones de nitrito indican la presencia de efluentes industriales y baja calidad de agua. Vollenweider presenta una clasificación de los lagos europeos de acuerdo con el contenido de Amoniaco, nitritos y nitratos:

Tipo de Lago	Amoniaco mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos mg/L
Oligotrófico	0.0 – 0.3	0.0 – 1.0	0.0 – 0.5
Mesotrófico	0.3 – 2.0	1.0 – 5.0	0.5 – 5.0
Eutrófico	2.0 – 15.0	5.0 – 50.0	5.0 – 15.0

### c) Presencia de Sulfatos en el Agua:

La forma más común de encontrarse el azufre en el agua es como  $\text{SO}_4$  (ión sulfato). Este entre en el agua a través de la lluvia y por dilución de algunos compuestos como la piritita. Una fuente importante de azufre es la actividad volcánica. El hombre esta actualmente aportando a la atmósfera una cantidad de  $\text{SO}_2$  dos o cuatro veces mas que la actividad volcánica, principalmente por la combustión del carbón. Los sulfatos son los aniones más importantes en el agua después de los carbonatos. Estos se encuentran en aguas acrobacia y es forma como las algas lo pueden incorporar a su protoplasma. En los lagos, el azufre se presenta como ión  $\text{SO}_4$  en la superficie y en toda la columna de agua que se conserva aeróbica, pero en los fondos anóxicos el azufre pasa a formar ácido sulfúrico.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Los dos humedales escogidos tienen una marcada influencia de contaminación, la cual varía dependiendo la cantidad de descargas hídricas y el grado de perturbación antropogénica que se presente en cada uno de ellos.

La región de El Paredón está catalogado en un grado medianamente de contaminado y eutrofizado, esto se debe principalmente a la inadecuada eliminación de desechos líquidos y sólidos de las poblaciones que se encuentran a su alrededor. En el Área de Usos Múltiples de Monterrico la contaminación y eutrofización está en un grado bastante contaminado, causado principalmente a las actividades antropogénicas desarrolladas dentro y fuera de la misma, la presencia de camaronerías, salineras y el desarrollo de la acuicultura, además de la agricultura y la ganadería.

Ambos humedales escogidos poseen alta demanda turística, ya que presentan áreas ricas en biodiversidad. Esta demanda turística influye directa e indirectamente en la contaminación de estos humedales, además de que el desarrollo turístico necesita extenderse más y por ello los lugareños abarcan áreas directamente de manglares, talándolos y construyendo hoteles y sitios turísticos en ellos, disminuyendo de este modo la cobertura de manglar de estas áreas.

Es por ello que es importante saber cuales son las condiciones actuales en las que se encuentran estos humedales. Esto debido a que estos humedales son ecosistemas con alta biodiversidad, son sitios de descanso y anidación para muchas especies y además sustentan las economías locales jugando un reconocido papel en la seguridad alimentaria de sus poblaciones circundantes, además de jugar un papel muy importante en la protección contra tormentas y huracanes y ser refugio de diferentes especies de flora y fauna. La medición de parámetros físico-químicos de calidad del agua se puede utilizar como una metodología práctica y viable, que puede ayudar a revelar el estado de contaminación actual de estos humedales.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los humedales de la Costa Sur de Guatemala son importantes ecosistemas que generan una gran biodiversidad de especies de flora y fauna. Los humedales son refugios de vida, donde hay agua hay vida y en este sentido Centroamérica es una región de gran importancia para la biodiversidad mundial, ya que cumplen la importante tarea de ser un corredor/puente por donde migran y se reproducen especies de aves del norte y sur América.

Los humedales de la costa sur son lugares especiales donde desovan diversas especies de peces y crustáceos que migran cada cierto tiempo hacia sus aguas para poder reproducirse y en algunos casos empezar su etapa de crecimiento.

Los humedales de la costa sur poseen ecosistemas de manglar, los cuales cumplen la importante función de protección como barrera ante desastres naturales. También proporcionan bienes de uso directo especialmente para subsistencia y sobrevivencia, constituyendo así la principal fuente de sustento económico, social y cultural para las comunidades que desde siempre han dependido tradicionalmente de estos ecosistemas.

Así mismo, la valoración económica de los humedales es importante para el manejo, gestión y creación de políticas de humedales ya que muchas veces los valores no comerciales no se toman en cuenta en las decisiones relacionadas al desarrollo. La valoración económica permite medir y comparar los distintos beneficios de los humedales y por ende puede servir de instrumento para la facilitación y mejoramiento del uso racional y el manejo de los humedales en particular de esta área que todavía cuenta con zonas significativamente importantes de bosque de manglar y complejos lagunares.

Es por ello que este estudio es de suma importancia, ya que se tienen muy pocos estudios en donde se evidencie la realidad de estos cuerpos de agua y se demuestre su grado de contaminación y perturbación, y haciendo énfasis en las posibles variaciones que puedan existir entre cada uno de los humedales que forman parte del estudio.

## **OBJETIVOS**

### **General:**

Evaluar las condiciones actuales de las dos unidades de muestreo (humedales) en base a diferentes parámetros físico-químicos.

### **Específicos:**

- Determinar y analizar los parámetros físico-químicos de dos humedales de la costa sur, tomados en las diferentes estaciones de muestreo.
- Comparar la posible variación entre los parámetros físico-químicos durante los diferentes meses de muestreo en cada uno de los humedales muestreados.
- Generar información relacionada con los parámetros físico-químicos que pueda ser útil para estudios posteriores.

## **HIPOTESIS**

A continuación se presentarán las dos hipótesis propuestas para este estudio:

1. “La variación de los parámetros físico-químicos de calidad del agua están estrechamente relacionados con grado de contaminación que presente cada uno de los dos humedales que se estarán muestreando”.
2. “Existe un mayor grado de contaminación del agua que desemboca directamente de las vertientes hacia el humedal (entrada de río) que el presente tanto en el área del canal como en la de las lagunetas presentes en los dos humedales que se pretenden estudiar”.

## **METODOLOGÍA**

### **1. DISEÑO**

- **POBLACIÓN:** Los diferentes parámetros físico-químicos que se van a analizar.
- **MUESTRA:** 1 Litro de Agua por punto de muestreo.

### **2. TÉCNICAS A USAR EN EL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**

#### **a. RECOLECCION DE DATOS**

**Tratamientos:** entrada de río, canal y lagunetas.



**Puntos de Muestreo en cada tratamiento:** serán tres puntos de muestreo, los cuales se elegirán al azar.

Las muestras que se tomaron tienen un volumen de 1000 ml o bien 1 litro, se guardaron en frascos de plástico o de vidrio con su respectiva tapadera. Estos frascos se etiquetaron, tomando en cuenta los siguientes datos: fecha de colecta, lugar de colecta, profundidad, puntos o coordenadas geográficas en GPS, el número de muestra, punto de muestreo, tratamiento, hora de colecta, observaciones.

Las mediciones de los parámetros físicos se realizaron *in situ*, midiendo para cada punto de muestreo: pH, temperatura, transparencia y profundidad. Por otro lado la turbidez se midió por medio del disco de secchii.

Las mediciones de los parámetros químicos se realizaron tanto de manera *in situ* como *ex situ*. Las mediciones que se realizaron de manera *in situ* se hicieron por medio de marchas analíticas y los parámetros que se midieron fueron la alcalinidad, salinidad, dureza. Mientras que las mediciones de los parámetros que se hicieron *ex situ* se analizaron en el Laboratorio de Calidad del Agua del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Estos parámetros son los siguientes: nitritos, nitratos, fosfatos, sulfatos, amonio. El equipo utilizado para el análisis *ex situ* es un colorímetro marca HATCH modelo DR/890.

Los muestreos se realizaron en los meses de Junio, Julio y Agosto del 2009, en cada sitio de muestreo.

#### b. ANALISIS DE DATOS

Se realizó un análisis descriptivo, se obtuvieron los valores máximos y mínimos de cada uno de los parámetros físico-químicos de calidad del agua. Para ambos humedales estudiados se realizó un promedio de los diferentes parámetros tanto físicos como químicos tomados y analizados de los distintos puntos de muestreo. Este procedimiento se realizó por mes muestreado en ambos sitios de estudio y se hizo de esta manera para abreviar un poco más los resultados y para que se comprendieran mejor.

### 3. INSTRUMENTOS PARA REGISTRO Y MEDICION DE LAS OBSERVACIONES

- **Equipo:**
  - ✓ GPS
  - ✓ Disco de Secchii
  - ✓ Colorímetro marca HATCH modelo DR/890
  - ✓ Manual para colorímetro marca HATCH modelo DR/890
  - ✓ Juego de cubetas para colorímetro marca HATCH modelo DR/890
  - ✓ Caja de Reactivos de Calidad del Agua para HATCH

- ✓ Caja de Reactivos de Calidad del Agua (Incluye: caja de herramientas de plástico, reactivos, frascos de vidrio y de plástico para reactivos, pizeta con agua destilada, termómetro, guantes quirúrgicos, papel mayordomo, goteros, bolsas siplock, papel pH)
  - ✓ Cámara Fotográfica
  - ✓ Lancha
  - ✓ Gasolina para lancha
  - ✓ Cristalería volumétrica (beackers, erlenmeyers, pipetas, probetas)
- **Materiales:**
    - ✓ Tijeras
    - ✓ Etiquetas
    - ✓ Libreta de campo
    - ✓ Frascos de plástico o de vidrio Con su respectiva tapadera ( 1 lt).
    - ✓ Hielera
    - ✓ Hielo
    - ✓ HCl al 5%
    - ✓ Toallas para limpieza
    - ✓ Jabón para lavar cristalería
    - ✓ Choconoyos para lavar cristalería
    - ✓ Agua destilada para lavar la cristalería
    - ✓ Bolsas de plástico para desechos
    - ✓ Mayordomo
- **Insumos**
    - ✓ Papel bond en blanco tamaño carta
    - ✓ Tinta impresora blanco/negro y a color
    - ✓ Folders
    - ✓ Ganchos para fólder
    - ✓ Marcador permanente
    - ✓ Lápiz
    - ✓ Borrador
    - ✓ Sacapuntas
    - ✓ Masquin tape
- **Recursos Humanos**
    - ✓ Lancharo (s)
    - ✓ Personas designas por los proyectos a los que me adjunte: Licdas. Raquel Sigüenza, Pilar Velásquez. Epesistas: Jéssica López y Rosa Jiménez.
    - ✓ Licda. Norma Gil (Laboratorio Calidad del Agua del Centro de Estudios del Mar y Acuicultura)
    - ✓ Conductor carro.
    - ✓ Mi persona

## RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis de los parámetros físico-químicos de los dos humedales estudiados en la costa sur – Monterrico, Santa Rosa y Sipacate-Naranjo, tomados durante los meses de Junio a Octubre del año en curso. También se presenta una pequeña comparación entre las variaciones temporales de ambos sitios de muestreo.

Para Monterrico los puntos de muestreo fueron 6 y se mencionan a continuación:

- 1) Colonia Garza Pequeña, Finca El Paraíso.
- 2) Colonia Garza Grande.
- 3) Canal Hawaii-Monterrico, Los Limones, aldea El cebollita.
- 4) Finca Chiquihuitán (inicio colegio *A. alba*).
- 5) Finca Chiquihuitán (final de colegio *A. alba*).

Para Sipacate-Naranjo los puntos de muestreo fueron 5 y se presentan a continuación:

- 1) Colonia de Aves frente al Embarcadero Sipacate-Naranjo.
- 2) Poza del Nance en medio.
- 3) Poza del Nance final.
- 4) Bocabarra.

A continuación se presenta la tabla No. 2 en donde se pueden observar los valores promediados de estos puntos de muestreo según el mes en que se llevo a cabo el muestreo:

**Tabla No. 2.** Promedio de los parámetros físicos tomados durante los meses de muestreo para ambos humedales estudiados.

Parámetros Físicos	Monterrico			Sipacate- Naranjo		
	Junio	Julio	Septiembre	Junio	Julio	Octubre
Temperatura (°C)	27	0	28.6	25.75	30.25	29
Profundidad (mts)	1.02	0.94	0.99	1.31	2.73	5.10
Transparencia (mts)	0.27	0.57	0.4	0.75	0.98	0.8

Como se puede observar en la tabla existe una variación en la temperatura durante los diferentes meses de muestreo y en los distintos sitios de muestreo; en Monterrico, la variación no es muy grande ya que va de 27 a 28.6 °C y el rango promedio que se presenta entre estos meses es de 1.26 °C, mientras que en Sipacate si es un poco mayor ya que va de 25.75 a 30.25 °C, y el rango promedio que se presenta entre los meses es de 4.5 °C.

Con respecto a la profundidad se puede observar que en Monterrico, no existe mayor rango de diferencia entre las profundidades promedios presentadas en los meses de Junio, Julio y Septiembre, ya que oscilan ente los 0.94 y 1.02 mts. En Sipacate, en cambio, si existe una variación mas amplia entre los diferentes meses muestreados, la que va de 1.31 a 5.10 mts.

En cuanto a la transparencia se puede observar que en Monterrico, esta alcanzaba valores entre los 0.27 y 0.57 mts, lo que nos indica que el agua en estos lugares es bastante turbia, es decir, se encuentra llena de materia orgánica en descomposición, la que impide el ingreso de la luz directamente hasta el fondo del cuerpo de agua. Mientras que en Sipacate, la transparencia se encontraba entre los siguientes rangos 0.75 y 0.98, en este lugar se

puede observar que la transparencia casi llega al metro de profundidad y nos indica que existe menor cantidad de materia orgánica en descomposición, dejando que penetre más la luz hasta el fondo.

Otra relación que se puede sacar de la tabla No. 2 es que al comparar la transparencia con la profundidad, en Monterrico los canales y lagunetas son mucho menos profundos y por ende es que presentan mayor cantidad de materia orgánica en descomposición, lo que impide que tenga una buena iluminación en el fondo. Mientras que en Sipacate, existen partes del canal y lagunetas que alcanzan profundidades mayores, lo que permite que la materia orgánica se sedimente en el fondo y que de esta manera no impida que la luz penetre mucho más.

Para ambos humedales estudiados también se realizó un promedio de los diferentes parámetros químicos tomados de los distintos puntos de muestreo. Este procedimiento se realizó por mes muestreado en ambos sitios de estudio y se hizo de esta manera para abreviar un poco más los resultados y para que se comprendieran mejor. Como se menciona anteriormente, para Monterrico fueron 5 los puntos de muestreo, mientras que para Sipacate fueron solamente 4.

La Organización Mundial de la Salud –OMS-, tiene ciertos estándares de concentraciones máximas permitidas para aguas que se consideran potables y que sirven de base para ver si un cuerpo de agua se encuentra entre estas concentraciones permitidas o no (Tabla No. 3).

**Tabla No. 3.** Concentración máxima permitida, según la OMS para aguas potables

<b>Parámetro Químico</b>	<b>Concentración máxima permitida, según OMS para aguas potables</b>
pH	6.5 – 9.5
Alcalinidad (Mg/l)	N.R.
Dureza (Mg/l)	250 mg/l
Salinidad (Mg/l)	N.R.
Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) Mg/l	N.R.
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) Mg/l	50 mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) Mg/l	3 mg/l
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) Mg/l	1000 mg/l

En la tabla No.4, en donde se pueden observar los datos promediados de los puntos de muestreo, según el mes en que se realizó. El pH para todos los meses muestreados para ambos sitios de estudio no varía tanto se mantiene entre los 6 y los 6.4, según la tabla No.3 de Concentraciones de aguas potables de la OMS, el pH en estos lugares se encuentra por debajo de dicho estándar para pH, sin embargo, es mínimo, ya que el rango que permite la OMS va de 6.5 a 9.5.

**Tabla No. 4.** Promedio de los parámetros químicos tomados durante los meses de muestreo para ambos humedales estudiados.

Parámetros Químicos	Monterrico			Sipacate- Naranja		
	Junio	Julio	Septiembre	Junio	Julio	Octubre
pH	6	6.4	6.4	6	6.25	6.25
Alcalinidad (Mg/l)	5.8	17.5	22.7	26.25	14.88	14.25
Dureza (Mg/l)	6.26	No se realizó		6.7	36.75	No se realizo
Salinidad (Mg/l)	0.81	112	No se realizo	0.91	45	
Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) Mg/l	1.96	No se realizo	0.97	No se realizo	0.19	0.22
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) Mg/l	6.46	9.14	7.56		6.8	4.63
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) Mg/l	0.24	0.34	0.24		0.02	0.11
Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) Mg/l	77.8	No se realizó			No se realizo	

Para la Alcalinidad se puede observar que si existen variaciones tanto en los sitios de muestreo estudiados y los meses en que se llevo a cabo dicho muestreo. Para Monterrico, la alcalinidad varió ampliamente de junio a septiembre, presentando un rango de diferencia de 16.9 mg/l entre estos meses, como se puede observar durante el mes de junio se presento el menor valor de alcalinidad, siendo este de 5.8, esto pudo ser debido a que durante este mes para este año todavía no se inicia completamente la época de lluvia en el país, lo que permite que los niveles de alcalinidad sean lo bastante bajos. Para Sipacate, se puede observar que ocurre lo contrario a Monterrico, es decir, que en el mes de junio fue donde se presento el mayor valor de alcalinidad, siendo este de 26.25, esto pudo ser ya que en días anteriores a había estado lloviendo en este lugar. Durante los meses de julio y octubre se puede observar que no hubo mayor variación en la alcalinidad, esta fue mínima (0.63 mg/l) y esto se pudo deber a que en las fechas en las que se realizaron estos muestreos no habían habido lluvias previas.

Para la dureza, se puede observar que para el sitio de estudio Monterrico, solamente se pudo realizar el respectivo análisis solamente para el mes de junio, lo cual no ayuda a comparar los otros meses de muestreo. Pero lo que si se puede evidenciar es que durante el mes de junio, la dureza que se presento es bastante baja y se encuentra dentro de los estándares que acepta la OMS. Para Sipacate, solo se pudo realizar el análisis de dureza para los meses de junio y julio (Tabla No. 4) si existe una variación bastante amplia entre ambos meses, ya que en junio se presento una concentración de 6.7 y en julio de 36.75, siendo el rango de diferencia de 30.05 entre ambos meses. Para ambos meses la dureza presenta una concentración baja y que se encuentra entre los estándares establecidos por la OMS para las aguas potables.

Para la salinidad, en ambos sitios de estudio, solamente se realizo el análisis durante los meses de junio y julio (Tabla No. 4). Para Monterrico si existió mucha variación entre ambos meses de muestreo, ya que para el mes de junio se presento una concentración de salinidad bastante baja (0.88 mg/l), mientras que para el mes de julio se dio el efecto contrario, la concentración fue bastante alta (112 mg/l), esto pudo deberse a que durante el mes de junio hubo días en que estuvo lloviendo, lo que influyo en que las concentraciones de salinidad variaran (Tqtabla No. 4). En Sipacate, también se observo este tipo de efecto, solamente que la variación entre ambos meses fue mucho menor, ya que el mes de junio

presento una concentración de 0.91 mg/l y para el mes de julio se presentó una de 45 mg/l. Como se dijo anteriormente algo que pudo influenciar a que en ambos sitios de muestreo y en ambos meses se presentaran similares variaciones, pudo haber sido por que durante algunos días de junio estuvo lloviendo en las costas del pacífico de Guatemala.

En la tabla No. 4 se presentan los valores promediados para los distintos nutrientes evaluados para ambos sitios de estudio, durante los meses de junio a octubre. Para Monterrico, los Fosfatos solamente se pudieron realizar los análisis para los meses de junio y septiembre, como se puede observar si existió variación entre ambos meses, para junio los fosfatos presentaron un valor de 1.96 mg/l mientras que para septiembre, el valor fue mucho menor (0.97). Para Sipacate solamente se realizaron los muestreos durante los meses de julio y octubre, y como se puede mostrar en la tabla, no existió mayor variabilidad entre ambos meses, presentado los siguientes valores 0.19 y 0.22 respectivamente.

Para Monterrico se lograron tomar durante los tres meses de muestreo los valores de nitratos, mientras que para Sipacate solamente se pudieron tomar y analizar para los meses de julio y octubre. Para Monterrico, no existió mayor variación entre los meses muestreados, ya que presentan valores entre los 6.46 y 9.14, encontrándose entre los valores de concentración permitidos por la OMS, mientras que para Sipacate tampoco hubo mayor variación entre ambos meses muestreados, los valores se encuentran entre los 4.63 y 6.8 mg/l, y ambos se encuentran entre la concentración máxima estándar permitida por la OMS.

Los valores de Nitritos obtenidos para ambos sitios de muestreo, se presentan al igual que los nitratos, es decir, para Monterrico se analizaron los tres meses planificados, mientras que para Sipacate, se analizaron solamente los meses de julio y octubre. Para Monterrico se observó que existe muy poca variación entre los meses muestreados, la cual se encuentra entre los siguientes valores 0.24 y 0.34 mg/l, presentando un pequeño rango de diferencia de 0.10 mg/l. Para Sipacate, ambos valores son muy pequeños, sin embargo si existe variación entre ellos ya que presentan los siguientes valores 0.02 y 0.11 mg/l respectivamente. Para ambos sitios de estudio, las concentraciones que presentan se encuentran por debajo de la concentración máxima establecida por la OMS para aguas potables.

De todos los nutrientes evaluados, solamente los Sulfatos no se pudieron evaluar en todos los meses y en ambos sitios de muestreo, solamente en Monterrico se realizó el análisis de Sulfatos en el primer muestreo, presentando una concentración de 77.8 mg/l y este valor se encuentra dentro de la concentración estándar para sulfatos permitida por la OMS.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio evidencia que existen variaciones entre los dos humedales analizados. No se pudo realizar una comparación mas específica entre los puntos de muestreo ya que los mismos variaron de un muestreo a otro, como se puede observar en los resultados. La única comparación que se pudo realizar, se debió a que se simplificaron los cuadros de resultados, promediando tanto parámetros físicos como químicos, por mes de muestreo para ambos sitios estudiados.

Como se puede observar en las descripciones presentadas anteriormente en resultados ambos sitios de estudio presentan similitudes:

- Ambos sitios de muestreo presentan similares rangos de pH.
- Ambos sitios de muestreo presentan un rango de alcalinidad menor a los 100 mg/l.
- Ambos son representados como “aguas blandas” debido a los valores bajos de Dureza.
- Ambos se encuentran dentro del rango considerado óptimo de salinidad para cuerpos de agua dulce, representado como aguas naturales.
- Ambos sitios de estudio presentan cierto grado de eutrofización, lo que nos indica que si se encuentran contaminados.

Por lo tanto se comprueba la primera hipótesis que dice que *La variación de los parámetros físico-químicos de calidad del agua están estrechamente relacionados con grado de contaminación que presente cada uno de los dos humedales que se estarán muestreando.* Es posible que la variación de los parámetros físico-químicos que se presentaron en los resultados para ambos sitios de estudio, se deba a que prácticamente todos los ríos de la vertiente del Pacífico desembocan a estos humedales que se encuentran altamente contaminados por los desechos producidos por la agricultura intensiva (Pesticidas, fertilizantes, etc.), la actividad agroindustrial (pulpa de café, mieles de caña, etc.), y desechos urbanos (aguas negras y otros desechos domésticos). Por lo tanto, ambos humedales presentan un proceso de eutrofización, como se pudo mostrar en los resultados.

El Canal de Chiquimulilla presenta problemas de asolvamiento en varios tramos de su curso debido a la alta deposición de material sedimentario proveniente de las tierras altas y que es transportado por los ríos.

Se observa que existe presión antropogénica sobre ambos humedales, especialmente sobre los manglares ya que se les utiliza como combustible (leña) en salinas y en hogares, para construcción de viviendas y para curtir pieles; el incremento de actividades acuiculturales y la colecta de postlarvas de camarón son actividades que inciden también en e deterioro de los ecosistemas.

Es importante percatarse de que todas las aguas naturales contienen varios contaminantes que provienen de la erosión, la lixiviación y los procesos antropogénicos. A esta contaminación se agregan aquellas causadas por aguas residuales de origen doméstico o industrial. Cualquier cuerpo de agua es capaz de asimilar cierta cantidad de contaminación sin efectos serios debido a los factores de dilución y auto purificación que están presentes.

Si hay contaminación adicional, se altera la naturaleza del agua receptora y deja de ser adecuada para sus diferentes usos.

Además también se comprueba que *existe un mayor grado de contaminación del agua que desemboca directamente de las vertientes hacia el humedal (entrada de río) que el presente tanto en el área del canal como en la de las lagunetas presentes en los dos humedales que se pretenden estudiar*. Existe un mayor grado de contaminación del agua en las áreas donde desembocan directamente las vertientes de los ríos hacia el humedal (entrada de río), mientras que en el área de los canales y en el de lagunetas presentes en los dos humedales presenta menor grado de contaminación ya que tanto el ecosistema de manglar como las plantas acuáticas que ahí se encuentran presentes sirven de filtros biológicos para aclarar y limpiar las aguas. Además que en las lagunetas y en los canales hay mayor presencia de agua proveniente del mar, la cual entra y sale con las mareas, esta manera ayuda a depurar y limpiar estos ecosistemas.

Como se pudo mostrar un poco en los resultados, se presentaron inconvenientes que no permitieron llevar a cabo al 100% el análisis de calidad de agua de ambos sitios de estudio. Entre los inconvenientes que se presentaron y que talvez no fueron mencionados claramente en los resultados están: falta de reactivos para realizar los diferentes análisis *ex situ*, el hecho de que se quebró un termómetro en uno de los viajes, falta de colorímetro en algunos casos, el hecho de que se haya acabado alguno de los reactivos para trabajar *in situ*. Estos inconvenientes solamente permitieron que se pudieran realizar parcialmente las comparaciones entre ambos sitios de estudio (espacio) y entre los meses de muestreo (temporalidad).

Otro factor que impidió que se completaran las comparaciones fue el hecho de que para ambos humedales estudiados, el tercer viaje se realizó en diferentes meses:

- Para el Parque Nacional Sipacate-Naranjo se realizó en el mes de octubre.
- Para la Reserva de Usos Múltiples Monterrico se realizó en el mes de septiembre.

Si los viajes hubieran tenido un seguimiento continuo se hubieran obtenido por lo menos 5 viajes de campo para cada humedal estudiado, por lo tanto creo que los resultados que obtuve en los pocos viajes que realice no me sirven para realizar ningún tipo de análisis estadístico como se tenía pensado hacer en la parte de metodología.

Otro de los inconvenientes que se tuvo durante este estudio, fue que las muestras que se trabajaban *ex situ* en laboratorio no siempre se podían analizar entre las primeras 72 horas después de haber tomado la muestra, debido principalmente a que el equipo con el que se trabajaba se tenía que compartir con otras investigaciones y no siempre estaba disponible. Esto tuvo sus repercusiones en los resultados de los análisis, sin embargo, los análisis siempre se llevaron a cabo antes de cumplir los ocho días de vigencia de las muestras (antes de que se descompusieran completamente), por lo tanto los resultados son válidos.



## CONCLUSIONES

- Los humedales estudiados presentan cierto grado de eutrofización, esto debido a que las vertientes del pacífico que desembocan en ellos vienen cargadas de desechos producidos por diferentes actividades antropogénicas a nivel industrial como de uso doméstico.
- Ambos sitios de estudio, presentan cierto grado de contaminación representado por la eutrofización de los mismos.
- Ambos sitios de muestreo presentaron muchas similitudes como lo son las siguientes: rangos de pH, rango de alcalinidad menor a los 100 mg/l., ambos son representados como “aguas blandas” debido a los valores bajos de Dureza, presentan rango óptimo de salinidad para cuerpos de agua dulce (aguas naturales).
- La contaminación antropogénica juega un papel muy importante en el declive de estos cuerpos de agua, ya que al haber mayor contaminación va a disminuir las áreas de mangle de estos humedales.
- El pH pudo ser un factor muy influyente en la variación de nutrientes como lo son los fosfatos.
- El tipo de sustrato y el tipo de iones de bicarbonato y carbonatos presentes en el agua de ambos humedales fue otro factor importante que influyo en los resultados tanto para la dureza como para la alcalinidad.
- La explosión demográfica de los últimos años y el abuso de las personas sobre el manejo de los recursos naturales ha presentado un acelerado deterioro del medio ambiente, manifestándose en la desaparición de especies de flora y fauna, además de la disminución y hasta desaparición de los cuerpos de agua.
- El espacio y temporalidad al momento de realizar un determinado estudio ayudan a tener una mejor visión de cómo se encuentra dicho lugar y que se puede esperar de él para un futuro.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda darle seguimiento a este estudio por más tiempo para obtener mejores resultados, tratando de darle un seguimiento mensual a los muestreos para que no haya ningún tipo de sesgo.
- Se recomienda hacer este tipo de estudios ya que sirven de base para futuras investigaciones y también sirve para generar información sobre los diferentes humedales tanto de la costa sur como de la costa atlántica.
- Se recomienda tener presentes los posibles inconvenientes que se pudieran presentar al realizar este tipo de estudios, para prever.
- Se recomienda utilizar un equipo multiparamétrico para obtener mejores resultados al momento de realizar un análisis de calidad de agua *in situ*.
- Se recomienda que las muestras trabajadas de manera *ex situ* en el laboratorio se analicen antes de cumplir las 72 horas, porque después de ese tiempo tienden a descomponerse y a modificar los resultados.
- Se recomienda siempre hacer un primer viaje de reconocimiento hacia los lugares de estudio para no encontrarse posteriormente con cualquier tipo de inconvenientes que puedan entorpecer el mismo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Cubillos, A. 2006. Calidad del Agua y Control de la Polución. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación ambiental y Territorial, C.D.I.A.T. Mérida, Venezuela.146 pp.
2. FUNDAECO (Fundación para el Ecodesarrollo y la Conservación). 2002. Corredor biológico costa sur canal de Chiquimulilla. Guatemala. 1 disco Compacto, 8mm.
3. García, P. 2000. Bases Ecológicas de las funcionalidades del ecosistema de manglar del pacífico de Guatemala. Guatemala, USAC, DIGI; CEMA; CONSUR. Pp. 34-40.
4. García, P. 2001. Directrices de gestión ambiental en el ecosistema manglar del parque nacional Sipacate-Naranjo, la Gomera, Escuintla, Guatemala. Tesis Mg. España, Universidad Internacional de Andalucía. Pp. 82-91.
5. Letterman, R. 2002. Calidad y tratamiento del Agua. Manual para suministros de agua comunitaria. 5ª. Edición en ingles, traducida por INVARIG. INGENIERÍA, S.L. McGraw-Hill/Interamericana de España. España.1231 pp.
6. Ministerio de Salud; Secretaría de ambiente y Desarrollo Sostenible, AR. s.f. Definiciones y conceptos sobre humedales (en línea). Disponible en <http://www.medioambiente.gov.ar>
7. Ramsar (Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional). 1998. Qué es la convención de Ramsar sobre los humedales. Documento informativo Ramsar No. 2. (en línea). Suiza. Disponible en <http://www.ramsar.org>
8. Roldán, G. 1992. Fundamentos de Limnología Neotropical. 1ª. Edición. Colombia. 529 pp.
9. Tabilo-Valdivieso, E. 1999. El beneficio de los humedales en América Central. 2ª ed. Costa Rica, Universidad Nacional. Pp. 5-9.
10. Tebbutt, T. 1990. Fundamentos de Control de la Calidad del Agua. 1ª. Edición. Editorial Limusa. México. 239 pp.
11. Tebbutt, T. 1993. Fundamentos de Control de la Calidad del Agua. 2ª. Edición. Editorial Limusa. México. 239 pp.
12. Wheaton, F. 1982. Acuacultura. México, AGT. P. 34-56; 123-125; 166-174.

### **Sitios web visitados:**

#### **Información general para marco teórico:**

13. <http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/cesem/investigacion3.html>
14. [http://www.centroneotropical.org/recsos/part\\_I\\_II.pdf](http://www.centroneotropical.org/recsos/part_I_II.pdf)
15. [http://ftpircf.org/mkern/ZOO%20ESPANOL/pacifico\\_final.pdf](http://ftpircf.org/mkern/ZOO%20ESPANOL/pacifico_final.pdf)
16. [http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio\\_files/INFORMES/PUIRNA/INF-2000-008.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/INFORMES/PUIRNA/INF-2000-008.pdf)
17. <http://www.redmanglar.org/redmanglar.php?c=657&inPMAIN=6>
18. [http://www.ramsar.org/wwd/0/wwd99\\_rpt\\_guatemala.html](http://www.ramsar.org/wwd/0/wwd99_rpt_guatemala.html)
19. [http://www.perfilambiental.org.gt/docs/Perfam\\_2E%20%20Ecosistemas%20costero%20marinos.pdf](http://www.perfilambiental.org.gt/docs/Perfam_2E%20%20Ecosistemas%20costero%20marinos.pdf)
20. <http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/marino/documentos/nac/2-Marino%20Costero.pdf>
21. [http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio\\_files/INFORMES/PUIRNA/INF-2007-028.pdf](http://digi.usac.edu.gt/bvirtual/investigacio_files/INFORMES/PUIRNA/INF-2007-028.pdf)

#### **Información Sipacate-Naranjo**

22. <http://www.conap.gob.gt:7778/conap/documentos/planesmaestros/Parque%20Nacional%20Sipacate-Naranjo.pdf>
23. <http://conap.gob.gt:7778/conap/documentos/planesmaestros/Parque%20Nacional%20Sipacate-Naranjo.pdf>
24. [http://escuintla.org/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=24](http://escuintla.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=24)

#### **Información sobre Monterrico:**

25. [http://www.dulceysaladoguatemala.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=12&Itemid=26](http://www.dulceysaladoguatemala.com/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=26)
26. <http://www.tutiempo.net/Tierra/Guatemala/Canal-de-Chiquimulilla-GT002131.html>
27. <http://www.minube.com/rincon/2836>
28. [http://www.wideformatprinters.org/FLAAR\\_report\\_covers/705216\\_Chiquimulilla\\_Channel\\_Ecosystem.pdf](http://www.wideformatprinters.org/FLAAR_report_covers/705216_Chiquimulilla_Channel_Ecosystem.pdf)

# ANEXOS

# ANEXO No. 1



Foto Aérea del Parque Nacional Sipacate-El Naranjo, Escuintla. Aquí se observa la hidrología del lugar.  
<http://www.conap.gob.gt:7778/conap/documentos/planesmaestros/Parque%20Nacional%20Sipacate-Naranjo.pdf>

**ANEXO NO. 2**  
**Análisis en cubetas, colorímetro HACH**



Nitratos (coloración ámbar indica presencia de nitratos)



Sulfatos (turbiedad indica presencia de sulfatos)



Fosfatos (coloración azul indica presencia de fosfatos)



Nitritos (coloración rosa-rojiza indica presencia de nitritos)

**ANEXO NO. 3**  
**Colorímetro HACH con sus cubetas**



**ANEXO NO. 4**  
**DISCO DE SECCHII**





## ANEXO NO. 5 Marcha analítica



Muestras sin realizar marcha analítica



Dureza

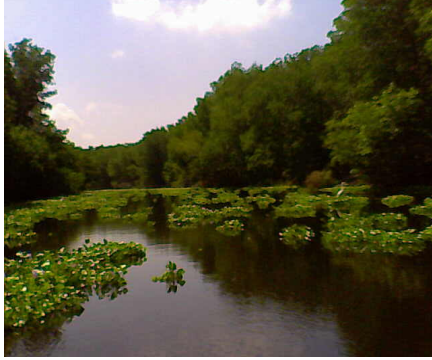


Salinidad

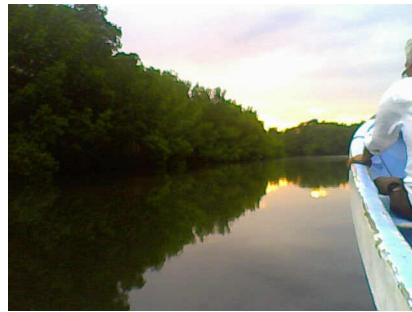


Alcalinidad (en el fondo se observa caja de reactivos)

**ANEXO NO. 6**  
**Fotos de Sitios Muestreados**



**Monterrico -Hawaii**



**Sipacate, El Naranjo**

**ANEXO NO. 7**  
**Fotos de mi Equipo de Trabajo**



Compañeras de Investigación y personal de CECON, en Monterrico



Compañeros de Investigación, frente Embarcadero Sipacate-Naranjo



Parte del equipo utilizado en los viajes. Trabajando en el campo.



Trabajando en el campo (a veces nublado, otras soleado)

**ANEXO NO. 8**  
**Hoja de datos para llenar en campo para análisis *In situ***

**Gira de Campo No.**

**Fecha:**  
**Localidad:**  
**Hora de Inicio:**  
**Fecha de Análisis:**

Muestras:

- 1.
- 2.
- 3.
4. etc.

**Punto No.**

Lugar: \_\_\_\_\_  
Hora: \_\_\_\_\_  
Altura (msnm): \_\_\_\_\_  
Coordenadas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

No.	Parámetro Físico	
1	Temperatura	
2	Transparencia	
3	Profundidad	

**Punto No.**

Lugar: \_\_\_\_\_  
Hora: \_\_\_\_\_  
Altura (msnm): \_\_\_\_\_  
Coordenadas: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

No.	Parámetro Físico	
1	Temperatura	
2	Transparencia	
3	Profundidad	