

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**



**COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES ASOCIADOS A VEGETACIÓN  
ACUÁTICA SUMERGIDA  
(EL GOLFETE, LIVINGSTON, IZABAL).**

**Informe de tesis**

**Presentado por:  
Alfy Aracelly Morales Lechuga**

**Para optar al título de  
Bióloga**

**GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DEL AÑO 2004.**

## **JUNTA DIRECTIVA**

|  |                          |
|--|--------------------------|
| <b><i>M. Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán</i></b>       | <b><i>Decano</i></b>     |
| <b><i>Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona</i></b> | <b><i>Secretaria</i></b> |
| <b><i>Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo</i></b>     | <b><i>Vocal I</i></b>    |
| <b><i>Lic. Juan Francisco Pérez Sabino</i></b>           | <b><i>Vocal II</i></b>   |
| <b><i>Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez</i></b>   | <b><i>Vocal III</i></b>  |
| <b><i>Br. Roberto José Garnica Marroquín</i></b>         | <b><i>Vocal IV</i></b>   |
| <b><i>Br. Rodrigo José Vargas Rosales</i></b>            | <b><i>Vocal V</i></b>    |

## DEDICATORIA

Más que el final de una etapa en mi carrera, ésta es la continuación de un largo sueño para conocer el misterio de la vida. Es un momento importante que quiero dedicar especialmente a:

Mi Dios, por permitirme llegar hasta este punto,

Mis padres (Aracelli y David), por su apoyo y comprensión,

Mi hermano, para que luche por sus ideales,

Mis abuelitos (Alfonsina, Quica, Tofy y Sole) y tía Alba, por sus oraciones,

A Ion, por entender y apoyar mis sueños,

A Byron, por su amistad incondicional,

A mis amigos, por su apoyo a lo largo de mi carrera,

A mis maestros, por sus enseñanzas,

A todos aquellos que creyeron en mí y contribuyeron de una u otra forma a convertir este ideal en una realidad.

## AGRADECIMIENTOS

Son muy pocos momentos en la vida en los que se puede expresar un sentimiento de gratitud a quienes me han apoyado a lo largo del camino hasta la realización de este trabajo de tesis.

Antes que nada, quiero dar muchas gracias a Dios por haberme dado la vida y haber puesto en mi camino a personas maravillosas que han sido mis ángeles en momentos difíciles y mi fuerza para continuar en la lucha, por alcanzar mis sueños. Entre esas personas a quienes quiero agradecer se encuentran:

Mis padres, por haberme traído a este mundo, y haberme enseñado que la clave del éxito es el orden, la responsabilidad, el esfuerzo y la verdad, y quienes también colaboraron en mi trabajo de tesis.

Mi hermano, a quien quiero mucho

Mis abuelitos, que han sido mi guía, apoyo y puente hacia Dios

A Ion, por venir a mi vida en el momento indicado

Byron, por apoyarme y acompañarme siempre, Gracias por todo!

Quienes me ayudaron en Lachuá en el 2000 (principalmente Julio, Felipe, Manolo, Manuel, Rodrigo, y mi gran amigo Byron)

Doctores Enio Fabián y Enrique Amaya quienes en momentos muy difíciles en mi vida pusieron todo su empeño profesional, para permitirme continuar con mi carrera.

Mis amigos que han estado colaborando conmigo y apoyándome siempre.

Así mismo, a los maestros que he tenido a lo largo de mi vida de estudiante por haber contribuido a mi formación profesional. De igual manera, a quienes me introdujeron en el mundo del agua, me brindaron sus conocimientos de manera incondicional, y sobre todo, fueron mis guías para alcanzar mi sueño: Lucía Prado, Pablo Granados, Herman Kihn, Alex Arrivillaga y Manuel Ixquiac.

A Manfred Meyer, Klaus Schneider y Rolando Wer, a mis ayudantes de campo y CONAP (Gerson Alvarado, Ricardo, Silas y Don Carlos del Parque Nacional Río Dulce), FUNDAECO (Hugo Hidalgo), Escuela de Biología (especialmente a Fernando Díaz), Escuela de Química Biológica, CECON-CDC, Facultad CCQQ (Lic. Gerardo Arroyo y Fredy Galvez), Jorge Luis Galindo, Cristian Barrientos, Roberto Garnica, Jorge García Polo, Charlie, Enio Cano y a todos los que participaron en hacer este sueño tan maravilloso en mi vida... una realidad.

**MUCHAS GRACIAS!!!**

# INDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. RESUMEN .....   | 1  |
| 2. INTRODUCCIÓN .....  | 3  |
| 3. ANTECEDENTES .....  | 4  |
| 3.1 Importancia de la vegetación acuática sumergida para la comunidad de peces ..... | 4  |
| 3.2 Ubicación geográfica del área de estudio .....                                   | 5  |
| 3.3 Categoría de manejo de El Golfete .....  | 6  |
| 3.4 Características físicas y climáticas .....                                       | 6  |
| 3.5 Vegetación característica y clasificación ecológica de El Golfete .....          | 7  |
| 3.6 Situación y uso del litoral .....  | 8  |
| 3.7 Actividad pesquera de El Golfete .....   | 9  |
| 3.8 Estudios de peces en el área .....   | 10 |
| 4. JUSTIFICACIÓN .....   | 11 |
| 5. OBJETIVOS .....   | 13 |
| General: .....   | 13 |
| Específicos: .....   | 13 |
| 6. HIPÓTESIS .....   | 14 |
| 7. MATERIALES Y METODOS .....  | 15 |
| DISEÑO EXPERIMENTAL .....  | 15 |
| MATERIALES .....   | 15 |
| MÉTODOS .....  | 17 |

|   |    |
|---|----|
| 8. RESULTADOS .....   | 22 |
| 8.1 Descripción de los sitios de muestreo.....  | 23 |
| 8.2 Composición y Abundancia de peces.....  | 26 |
| 8.3 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre la comunidad de peces .....                  | 29 |
| 8.4 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre los parámetros físico-químicos del agua..... | 30 |
| 8.5 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre la vegetación acuática sumergida.....        | 32 |
| 8.6 Influencia de la vegetación acuática sumergida en la crianza de peces.....                            | 33 |
| 9. DISCUSIÓN .....  | 35 |
| 9.1 Arte de pesca.....  | 35 |
| 9.2 Descripción de los sitios de muestreo.....  | 35 |
| 9.3 Descripción de la colecta.....  | 35 |
| 9.4 Diferencia de la comunidad de peces entre Área Protegida y Área Intervenida .....                     | 36 |
| 9.5 Diferencia de los parámetros físico-químicos del agua.....  | 37 |
| 9.6 Diferencia de la vegetación acuática sumergida entre el Área Protegida y Área Intervenida .....       | 38 |
| 9.7 Vegetación acuática sumergida como criadero de peces.....   | 38 |
| 10. CONCLUSIONES.....   | 40 |
| 11. RECOMENDACIONES .....   | 42 |
| 12. REFERENCIAS.....  | 43 |
| 11. ANEXOS.....   | 48 |

## **Cuadros**

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 1</b> Coordenadas de los sitios en el Área Protegida.....  | 23 |
| <b>Cuadro 2</b> Coordenadas de los sitios en el Área Intervenida.....  | 25 |
| <b>Cuadro 3</b> Especies de peces capturadas de septiembre del 2003 a marzo del 2004.....  | 27 |
| <b>Cuadro 4</b> Densidad (peces/m <sup>2</sup> )para el Área Protegida y Área Intervenida.....   | 28 |
| <b>Cuadro 5</b> Índice de diversidad para los sitios, error estándar y valor t.....  | 29 |
| <b>Cuadro 6</b> Valor de t, media y error estándar para las especies mas abundantes.   | 30 |
| <b>Cuadro 7</b> Promedio de los parámetros físico – químicos del agua medidos durante el muestreo para el Área Protegida y Área Intervenida..... | 30 |
| <b>Cuadro 8</b> Valores de longitud estándar bibliográfica y la encontrada en el presente estudio.....   | 34 |
| <b>Cuadro 9</b> Análisis de varianza comparando la densidad de peces/m <sup>2</sup> a lo largo del muestreo.....                                 | 49 |
| <b>Cuadro 10</b> Análisis de varianza de la biomasa de <i>Vallisneria americana</i> obtenida de septiembre del 2003 a marzo del 2004.....        | 49 |
| <b>Cuadro 11</b> Análisis de varianza de la biomasa de <i>Hydrilla verticillata</i> obtenida de septiembre del 2003 a marzo del 2004.....        | 49 |
| <b>Cuadro 12</b> Análisis de varianza de la temperatura a lo largo de este estudio.....  | 50 |
| <b>Cuadro 13</b> Análisis de varianza del pH medido a lo largo de este los muestreos.  | 50 |
| <b>Cuadro 14</b> Análisis de varianza de mg/l de oxígeno a lo largo de los muestreos.  | 51 |
| <b>Cuadro 15</b> Análisis de varianza del <sup>0</sup> / <sub>00</sub> de oxígeno a lo largo de los muestreos..                                  | 52 |
| <b>Cuadro 16</b> Listado de especies capturadas de septiembre a marzo del 2004.....  | 53 |
| <b>Cuadro 17</b> Mediciones del nivel de El Lago de Izabal medidos por AMASURLI de Octubre del 2003 a Marzo del 2004.....                        | 54 |
| <b>Cuadro 18</b> Valores de precipitación (mm) medidos por el INSIVUMEH.....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Cuadro 19</b> Listado de especies reportadas para el área de estudio..... | 55 |
|--|----|

## **Figuras**

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Comparación de la densidad de especies mas abundantes entre el Área Protegida y Área Intervenida.....    | 29 |
| <b>Figura 2</b> Diferencias de niveles en el Lago de Izabal del 28 de octubre del 2003 al 31 de marzo del 2004.....      | 32 |
| <b>Figura 3</b> Influencia de <i>Hydrilla verticillata</i> en la abundancia de las especies mas abundantes de peces..... | 33 |
| <b>Figura 4</b> Influencia de <i>Vallisneria americana</i> en la abundancia de las especies mas abundantes de peces..... | 34 |
| <b>Figura 5</b> Variaciones de la temperatura a lo largo de los muestreos.....   | 50 |
| <b>Figura 6</b> Variaciones del pH a lo largo de los muestreos.....  | 51 |
| <b>Figura 7</b> Variaciones de los niveles de oxigeno a lo largo de los muestreos.....                                   | 51 |
| <b>Figura 8</b> Variaciones del porcentaje de oxigeno a lo largo de los muestreos.....                                   | 52 |

## **Mapas**

|   |    |
|---|----|
| <b>Mapa 1</b> Localización del Área de Estudio.....       | 57 |
| <b>Mapa 2</b> Área de Estudio.....                        | 58 |
| <b>Mapa 3</b> Localización de los sitios de muestreo..... | 59 |



# 1. RESUMEN

## COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA DE PECES ASOCIADOS A VEGETACIÓN ACUÁTICA SUMERGIDA (EL GOLFETE, LIVINGSTON, IZABAL).

El Río Dulce, está localizado en el Departamento de Izabal, cuenta con un ensanchamiento de 60 km<sup>2</sup> denominado El Golfete. Este ensanchamiento es un estuario que recibe agua dulce de algunos ríos y del Lago de Izabal, y agua salada de la Bahía de Amatique (Brinson *et al.*, 1974; Ponciano *et al.*, 1980; Vásquez, 2000; Arrivillaga , 2002). Dicha conexión, permite que El Golfete presente todos los ambientes lóticos y lénticos posibles (Kihn *et al.* 2001), proporcionando refugios para muchas especies de organismos acuáticos (Brinson, 1974; Com. Personal con Kihn, 2003). Por la complejidad de ambientes encontrados en El Golfete y a la falta de recursos, no se han realizado suficientes estudios que permitan conocer y manejar de manera adecuada el mismo.

Considerando la creciente intervención humana en el área, y el poco conocimiento del efecto de las Áreas Protegidas sobre las comunidades de organismos acuáticos, en el presente estudio se pretendía verificar si la composición y abundancia de peces en la vegetación acuática sumergida, varía con respecto al uso de los litorales. Para ello, se denominó Área Protegida al litoral norte que se encuentra en los litorales del Biotopo Protegido “Chocón Machacas”, y Área Intervenida, al litoral sur. Se seleccionaron tres puntos por mes (septiembre del 2003 a marzo del 2004), en cada área con una profundidad menor a 1.5 m. El método de muestreo utilizado fue “Drop Sampling”. Este método permitió describir cuantitativamente, la composición y abundancia de peces. El “Drop Sampler” tiene un área definida y su material es transparente, haciendo que se reduzca el riesgo de ser notado por los peces (Galindo *Op. cit.*; Arrivillaga & Baltz 1998).

En cada muestra se midió la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, visibilidad y profundidad. Se anotaron las especies de vegetación acuática sumergida, y se colectó una muestra de biomasa. Los peces fueron colectados con redes manuales, y preservados en alcohol al 70%. A lo largo del muestreo, se logró capturar un total de 444 especímenes que corresponden a 23 especies y 9 familias. Las especies que presentaron mayor cantidad de especímenes fueron *Carlhubbsia stuarti*, *Archocentrum spilurum*, *Astyanax aeneus* y *Nandopsis salvini* respectivamente.

La composición y abundancia de peces fue similar en ambas áreas de El Golfete, debido a que el uso de los litorales no mostró diferencia entre las mismas. La proximidad con otros hábitat y la complejidad de la vegetación acuática sumergida, parecen haber sido los factores más importantes en la abundancia y composición de peces.

La diversidad de hábitat encontrados en El Golfete, hacen de él, un reservorio de gran importancia que mantiene el flujo de especies. Por lo tanto, requiere de protección especial, tanto del ecosistema terrestre como acuático.

## 2. INTRODUCCIÓN

El Golfete es un ecosistema estuarino, considerado un criadero de importancia para las pesquerías realizadas en la Bahía de Amatique, Río Dulce y Lago de Izabal (Brinson, 1974; McClellan, 1973; Com. personal con Kihn 2003). No obstante, cuenta con escasos estudios biológicos, ecológicos, de calidad de agua y la relación entre los mismos (Brinson, 1974; Perlack *et al*, 2001; Salaverría & Jolón, 2002).

Se denomina El Golfete a un ensanchamiento del Río Dulce; se encuentra dentro de la categoría de manejo de Parque Nacional. La diversidad biológica de esta región, ha sido afectada por el crecimiento de las poblaciones humanas y desarrollo económico (Kihn *et al*, 2001). Las diferentes zonas de manejo de esta área de conservación no se encuentran bien delimitadas, por lo que no se ha podido evitar que se continúe la presión sobre el mismo (Perlack *et al*, 2001).

Según Perlack *Op. cit.* (2001) las condiciones del Parque Nacional Río Dulce son un reto inmediato para el gobierno. Es importante establecer políticas y tomar decisiones para regular el uso del ecosistema a largo plazo. Para ello, se necesita generar información que permita determinar si el uso de los litorales influye en la comunidad de organismos acuáticos.

Como contribución al manejo de los recursos acuáticos de El Golfete, en el presente estudio se buscó determinar si los distintos usos de los litorales (Área Intervenida y Área Protegida), influyen en la composición y abundancia de peces asociados a vegetación acuática sumergida (VAS)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En este documento se utilizarán las siglas VAS cada vez que se haga referencia a “Vegetación Acuática Sumergida”.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 Importancia de la vegetación acuática sumergida para la comunidad de peces

La VAS se caracteriza por ser una fuente directa de alimento, hábitat y refugio para muchos organismos, funcionando como criadero<sup>2</sup>. La función ecológica de criadero se refiere a hábitat que proveen de refugio y fuentes alimenticias necesarios para una variedad de peces juveniles y sub-adultos residentes (Pollard, 1984). Por lo tanto, la VAS constituye un sitio importante para el crecimiento y desarrollo de diversas especies de peces e invertebrados. Esto se debe a su función estabilizadora de sedimentos, elevadas tasas de producción primaria y efecto hidrodinámico para el reclutamiento de larvas (Heck & Orth, 1980; Pollard, 1984; Robertson & Duke, 1987; Rozas & Odum, 1987; Phillips & Meneses, 1988; Rozas & Odum, 1988; Blaber *et al*, 1989; Blaber & Blaber, 1990; Lubbers *et al*, 1990; Heck & Crowder, 1991; Orth, 1992; Arrivillaga & Baltz, 1999).

Algunos peces dependen de la vegetación acuática en algún momento de su vida (Bell & Pollard, 1989). La distribución de los mismos está afectada por la densidad y la composición de las plantas acuáticas, cambios climáticos que afectan los factores físicos y químicos del agua, (Killgore *et al*, 1989) diferencias en la heterogeneidad estructural de la vegetación, proximidad con otros hábitats, intensiva depredación y disponibilidad de alimentos (Robertson & Duke, *Op. cit.*, 1987; Bell & Pollard *Op. cit.*, 1989).

En sitios con mayor cobertura vegetal, la cantidad de peces es mayor que donde no hay vegetación acuática (Heck & Wetstone, 1977; Ogden, 1980; Bell & Pollard *Op. cit.*, 1989; Killgore *Op. cit.*, 1989; Schneider & Mann, 1991). Esta diferencia se debe a la complejidad y morfología de la frondosidad (Rozas & Odum, 1987;

---

<sup>2</sup> La palabra "criadero se utilizará en este documento para resumir la función ecológica que tienen estos hábitat en las poblaciones de organismos acuáticos.

Killgore *et al.*, 1989; Heck y Crowder, 1991; Schneider & Mann, 1991). La complejidad proporciona refugios a los organismos, disminuyendo los índices de mortalidad (Blaber y Blaber, 1990; Heck y Orth, 1980; Pollard, 1984; Bell & Westoby, 1986; Robertson & Duke, 1987; Rozas & Odum, 1987; Killgore *Op cit.*, 1989; Lubbers *et al.*, 1990; Heck & Crowder, 1991; Pergent *et al.*, 1997; Arrivillaga & Baltz, 1999). Sin embargo, a los organismos se les dificulta adaptarse y movilizarse dentro del área, cuando la vegetación es demasiado frondosa. Consecuentemente, disminuye la cantidad y diversidad de peces (Heck & Crowder *Op. cit.*, 1991). Las comunidades de peces se benefician directamente de la vegetación acuática, siempre y cuando su composición no sea tan compleja.

La relación entre vegetación acuática y abundancia de peces, es una consideración de manejo importante, para desarrollar estrategias de conservación. Es indispensable, considerar los aspectos positivos y negativos de la vegetación acuática, para desarrollar estrategias de manejo racionales; especialmente para aguas de uso múltiple (Killgore *Op. cit.*, 1989).

### **3.2 Ubicación geográfica del área de estudio**

El Río Dulce se localiza en el Municipio de Livingston, Departamento de Izabal, Guatemala, dentro del Parque Nacional del mismo nombre (PNRD). Tiene una longitud de 42 km, desde su desembocadura en el Océano Atlántico hasta su inicio en las ruinas del Castillo de San Felipe, sobre el Lago de Izabal. El Río Dulce, posee un ensanchamiento aproximadamente a la mitad de su recorrido, denominado El Golfete (Brinson *et al.*, 1974; Arrivillaga *et al.*, 2003).

El Golfete cuenta con un área aproximada de 60 km<sup>2</sup>, 16 km de largo por 7 km en la parte mas ancha y 2 km en la mas angosta, y una profundidad máxima de 13 m. Este ensanchamiento ubicado tierra adentro, es un estuario con salinidad cambiante de acuerdo a la estación. El agua dulce entra a El Golfete a través de lluvia y aguas superficiales aportadas por: el Río Sumanche, Ciénaga, Chocón,

San Marcos, Tameja, Juan Vicente y otros afluentes menores que complementan el Río Dulce durante el invierno. En el verano, el agua salada entra en pocas cantidades a través del Río Dulce (Brinson *et al.*, 1974; Ponciano *et al.*, 1980; Vásquez, 2000; Department of Commerce *et al.*, 2001; Arrivillaga, 2002; Arrivillaga *et al.*, 2003).

### **3.3 Categoría de manejo de El Golfete**

El Río Dulce forma parte de una zona declarada como área protegida en la categoría de Parque Nacional (categoría de manejo I), por su belleza escénica. La categoría de manejo I busca la protección, conservación y mantenimiento de los procesos naturales y diversidad biológica, en un estado natural o casi natural. El Parque Nacional Río Dulce, se define como una franja de tierra de 1 km de ancho a cada lado del cauce del río desde el Lago de Izabal, hasta la Bahía de Amatique (Barrios, 1995; CONAP, 1998; Perlack *et al.* 2001; Arrivillaga *Op. cit.*, 2003).

El margen sur de El Golfete se integra de fincas ganaderas, plantaciones, aldeas y casas de descanso. La mayor parte del margen norte del Golfete (12 km), está incluida también en la categoría de manejo II (Biotopo Protegido “Chocón Machacas”). Esta categoría busca la protección y conservación de los valores naturales (Barrios *Op. cit.*, 1995.; CONAP *Op. cit.*, 1998).

Los programas de manejo del Área Protegida se determinan en el Plan Maestro. Este se basa en un estudio técnico del área, las recomendaciones y las consultas de técnicos y de las comunidades aledañas (CONAP *Op. cit.*, 1998). Actualmente, se están elaborando nuevos planes de manejo tanto para el PNRD, como para el Biotopo Protegido “Chocon Machacas”(Ponciano *et al.*, pendiente de publicación).

### **3.4 Características físicas y climáticas**

El litoral de El Golfete está constituido por llanuras costeras y cuencas de tierras altas. En la actualidad, sus depósitos los constituyen primordialmente sedimentos aluviales y sedimentos marinos recientes (CONAP *et al.*, 2001).

El Golfete se encuentra dentro de la Depresión del Lago de Izabal; es un gräben que contiene la Cuenca del Lago de Izabal y el valle del Río Dulce. Este se formó por la separación de la Falla del Polochic. Por lo tanto, está limitado por dos horst: por el lado norte la Sierra de Santa Cruz y la Sierra del Mico, y en el sur, el Cerro San Gil. La historia geológica del área se relaciona con la dinámica de placas; caracterizada por invasiones y regresiones marinas e inundaciones fluviales. La conformación geológica y geomorfológica del área, define que la diferencia de altitud entre el espejo de agua de El Golfete con el mar sea de 75 cm en promedio; permitiendo que las mareas marinas puedan invadirlo periódicamente (Ponciano *et al.*, pendiente de publicación).

Las estaciones no están bien diferenciadas por las influencias microclimáticas; asociadas a montañas costeras, corrientes marinas y cuerpos de agua presentes. Las temperaturas del aire permanecen altas normalmente durante todo el año, con un promedio anual de 28°C. El promedio de humedad relativa es de 84%, siendo la principal fuente de humedad, los vientos alisios procedentes del mar Caribe. El promedio de precipitación anual es variable con un promedio de 5,715 mm al año (Romero, 1992; Barrios, 1995; CONAP *et al.*, 2001; De la Cruz, 1982).

### **3.5 Vegetación característica y clasificación ecológica de El Golfete**

El área de estudio pertenece al Sistema de las Tierras Bajas del Atlántico. Según Voss y Emmons (Ponciano *Op. cit.*, pendiente de publicación), forma parte de la región denominada Bosque lluvioso Trans-Andino; corresponde al bioma terrestre Selva Tropical Lluviosa (según Villar, 1998) o Pluvial (según Méndez, 1999), que se distribuye en la vertiente caribeña, desde el sudoeste de México hasta el noroeste de Sur América (Ponciano *Op. cit.*, pendiente de publicación). Es una selva tropical lluviosa, con bosques húmedos en el Atlántico de América Central.

Entre los ecosistemas más representativos de este bioma se encuentran: humedales lacustres, ríos, estuarios, pantanos, litorales marinos, selvas altas perennifolias, sabanas de palma y pastizales (García, 1996; CDC-CECON, 1990; Vásquez, 2000; CONAP *et al.*, 2001).

En el Golfete, se encuentran especies vegetales asociadas a una salinidad cambiante. El mangle (*Rhizophora mangle*), tradicionalmente abundante en aguas salobres, coexiste con especies como pastos y vegetación acuática emergente (*Typha sp.*, *Scirpus californicus*, *Phragmites australis*), vegetación sumergida (*Chara sp.*, *Hydrilla verticillata*, *Vallisneria americana*, *Potamogeton illinoensis*, *Najas guadalupensis*, *Mayaca fluviatilis*, *Utricularia foliosa*, *U.giba*, *Cabomba palaciformis*, *Ceratophyllum demersum*) y vegetación flotante (*Pistea stratiotes* y *Nymphaea ampla*), entre otras. La vegetación terrestre está constituida principalmente por icaco (*Chrysobalanus icaco*), zapotón (*Pachira aquatica*), Santa María (*Callophyllum brasilensis var. Rekoï*), cahue (*Pterocarpus officinales*) y barillo (*Symphonia globulifera*) (CONAP *et al.*, 2001; Department of Commerce *et al.*, 2001; Kihn *et al.*, 2001; Com. personal con Kihn, 2003; Com. personal con Morales J., 2003, Arrivillaga *et al.*, 2003).

### **3.6 Situación y uso del litoral**

El área de estudio es una región con alta explotación del suelo; lo que ha generado impactos negativos en la cuenca. Esto se evidencia con la presencia de pasto de ganado en áreas silvestres (conocido comercialmente como Napier), y la presencia de especies típicas maduras junto con etapas inmaduras; indicando una alteración en los procesos regenerativos (Kihn *Op. cit.*, 2001). Según Basterrechea (1992), las fuentes de sedimento alóctono y autóctono han ocasionado cambios en la calidad del agua. Las principales fuentes de deterioro son: los sedimentos en suspensión provenientes la deforestación, la extensión de la frontera agrícola, las actividades productivas en suelos no aptos, utilización de agroquímicos y ganadería, incremento en las tasas de recreo y poblados (Ponciano *et al.*, 1980;



CONAMA, 1999; Basterrechea, 1992; CONAP *et al.*, 2001; Arrivillaga *et al.*, 2003).

Las descargas de aguas negras se han incrementado por el crecimiento demográfico, por la ausencia de regulaciones y la falta de control sobre la contaminación. Estas han pasado a ser fuentes directas de deterioro de ecosistemas acuáticos, aumentando la dureza del agua. Además, han producido un exceso de elementos nutritivos causando: afloramiento de agentes patógenos, algas y otros tipos de vegetación, exceso de metales pesados y de compuestos orgánicos limitando la vida de otros seres vivos (Basterrechea *Op. cit.*, 1992.; CONAMA *Op. cit.*, 1999; CONAP *Op. cit.*, 2001).

### **3.7 Actividad pesquera de El Golfete**

La pesca es una de las principales actividades de los pobladores del Golfete. Las especies más importantes en el área de El Golfete son: chumbimba, quixque, róbalo, bagre, calva, cálae, camarón, cubera, guasa, jaiba, jurel, manjúa, mero, pámpano, pargo, picudo, sábalo, palometa y tortuga entre otros (CONAMA *Op. cit.*, 1999; Vásquez, 2000; Salaverría & Jolón, 2002; Arrivillaga, 2002).

Para el sistema Lago de Izabal - Río Dulce están reportadas las siguientes especies: *Megalops atlanticus*, *Atherinella sp*, *Strongylura sp*, *Astyanax aeneus*, *Brycon guatemalensis*, *Cichlasoma bocourti*, *Archocentrum spilurum*, *Asthateros robertsoni*, *Cichlasoma aureum*, *Cichlasoma urophthalmus*, *Cichlasoma godmani*, *Vieja maculicauda*, *Cichlasoma motaguense*, *Thorichthys affine*, *Thorichthys aureum*, *Gobiomorus dormitor*, *Eucinostomus sp*, *Ctenogobius pseudofasciatus*, *Poecilia mexicana*, *Xiphophorus sp*, *Poecilliopsis sp*, *Cathorops aguadulce*, *Ariopsis assimilis*, *Potamarius izabalensi*, *Rhamdia guatemalensis*, *Batrachoides gilberti*, *Centropomus undecimalis*, *Caranx latus*, *Eugerres plumieri*, *Bardiella ronchus*, *Symphurus plagusia* (Kihn *et al.*, 2001; Salaverría *Op. cit.*, 2001; Arrivillaga *Op. cit.*, 2003).

La pesca se lleva a cabo principalmente con redes de trasmallo agallero y chinchorro playero. También se observan atarrayas, pesca con anzuelo y cordel. La pesca subacuática con arpón y mascarilla es menos común, aunque con la invasión de *Hydrilla verticillata* ha incrementado (FUNDAECO *et al.*, 2000; Arrivillaga , 2002).

### **3.8 Estudios de peces en el área**

De acuerdo con información proporcionada por Herman Kihn, investigador de CECON-USAC, se han efectuado varias colectas importantes dentro del área. Osbert Salvin (Ornitólogo, coleccionista para la división de peces de The Royal Museum of Natural History de Londres, Inglaterra), colectó en los márgenes del Lago de Izabal, frente al Caserío Izabal (Municipio Los Amates) en 1852. Robert Rush Miller, colectó en el Lago de Izabal, en 1947. Los Drs. Reeve M. Bailey (Curador del Museo de Zoología de la Universidad de Michigan, Ann Arbor, Michigan, EE. UU) y Donn E Rosen (Curador del Museo Americano de Historia Natural, New York, New York, EE. UU) colectaron en la estación seca de 1973, desde el Río Sumaché, que desemboca en el margen Noroccidental del Lago de Izabal, hasta el Río Cienaga (Kihn *et al.*, 2001; Com. personal con Kihn, 2003).

En el mes de Octubre del 2001, Salaverría, capturó un total aproximado de 20 especies demersales (Salaverría & Jolon, 2001). El estudio mas reciente elaborado corresponde a Arrivillaga *et al.* (2003), que reporta un total de 21 especies para el sistema Lago de Izabal - Río Dulce.

Herman Kihn (Com. Personal *Op. cit.*, 2003), basado en las colectas de Miller y Bailey -Rosen, ha podido inferir que la cantidad de especies de peces en la zona del “Biotopo Protegido Chocón Machacas”, podría ser de 82. Sin embargo, solamente ha logrado coleccionar 30 dentro de los límites del Biotopo, en seis viajes de colecta entre 1981 a 1984. De acuerdo a su propia experiencia en el área (desde 1975-2001), Kihn supone que el total de especies podría ascender a 86.

## 4. JUSTIFICACIÓN

Los recursos naturales de El Golfete se han estudiado superficialmente. Estos se encuentran bajo una severa presión por: la incontrolada ocupación humana, tala selectiva, cambio de uso del suelo por el crecimiento de la agricultura de subsistencia y ganado, y por el desarrollo municipal, recreativo y económico (Brinston *et al.*, 1974.; Kihn *et al.*, 2001; Perlack *et al.*, 2001). Esta situación requiere generar información para la toma de decisiones, que permitan el manejo adecuado del lugar (Perlack *Op. cit.*, 2001).

A pesar, de que existe una estrecha relación entre los ecosistemas acuáticos y los litorales de El Golfete (Kihn *Op. cit.*, 2001), se conoce poco el efecto de las Áreas Protegidas sobre la comunidad acuática. Para contribuir a la protección y manejo adecuado de los recursos naturales del lugar, en el presente trabajo, se buscó generar información sobre: la influencia de las áreas protegidas en los recursos acuáticos de El Golfete.

En la actualidad, se cuenta con poca información de los peces que habitan en El Golfete (Kihn *Op. cit.*, 2001). El conocimiento de los factores que afectan la comunidad de peces (Orth, 1992), es importante para establecer un manejo adecuado de los ecosistemas y recursos acuáticos. Consecuentemente, el manejo sostenible del área a mediano o largo plazo, beneficiará a los habitantes del lugar, quienes dependen de la pesca artesanal.

El Golfete es un ecosistema estuarino en el que los factores físicos, biológicos y geológicos han dado origen a varios ambientes, haciendo mas interesante su estudio. Debido a que es una conexión entre El Lago de Izabal y La Bahía de Amatique, presenta todos los ambientes lóticos y lénticos posibles, desde marino hasta estuario (pasando por lacustrino, palustrino y riberino) (Kihn *et al.* 2001). Como consecuencia, El Golfete provee un ambiente de transición para las especies de agua marina, que se deben aclimatar gradualmente y adaptar a

nuevos regímenes de tolerancia osmótica (Brinson *et al.*, 1974). Además, la diversidad de hábitat proporcionada por las especies de vegetación, suele funcionar como criaderos para muchas especies de peces de importancia comercial (Brinson *Op. cit.*, 1974; Department of Commerce *et al.*, 2001; Com. Personal con Kihn, 2003).

Por medio de este trabajo, se buscó determinar si existe diferencia en la composición y abundancia de peces de la VAS entre el litoral norte (Área Protegida) y el litoral sur (Área Intervenida) de El Golfete. A su vez, establecer si los hábitat con VAS están funcionando como criadero de peces. De esta manera, se espera contribuir al programa de manejo a largo plazo de El Golfete, donde los recursos hídricos y biológicos juegan un papel de suma importancia (Kihn *et al.*, 2001).

Por otro lado, el presente estudio contribuye al conocimiento de la ictiofauna del lugar. Este permitió ampliar los listados reportados por Kihn *et al* (2001) en el Biotopo Protegido Chocón Machacas, Salaverría & Jolon (2001) y Arrivillaga (2003) en el área.

## 5. OBJETIVOS

### **General:**

- Recopilar información sobre la composición y abundancia de peces en vegetación acuática sumergida de El Golfete para mejorar el manejo de los recursos acuáticos.

### **Específicos:**

1. Determinar si existen diferencias en la composición y abundancia de peces en hábitat con vegetación acuática sumergida entre litorales con diferentes niveles de intervención (Área Protegida vrs. Área Intervenida).
2. Determinar la influencia de los parámetros de calidad del agua en la composición y abundancia de los peces en hábitat con vegetación acuática sumergida.
3. Establecer si el tipo de hábitat con vegetación acuática sumergida funciona como área de crianza para alguna especie de pez.

## **6. HIPÓTESIS**

La composición y abundancia de peces en la vegetación acuática sumergida varía de acuerdo a los distintos usos del litoral de El Golfete (Área Protegida vrs. Área Intervenida)

## 7. MATERIALES Y METODOS

### DISEÑO EXPERIMENTAL

- Universo: Peces en los litorales con vegetación acuática sumergida de El Golfete
- Población: Peces en la vegetación acuática sumergida del Golfete que son susceptibles de ser capturados con Drop Sampler.
- Unidad de muestra: Drop sampler
- Tratamientos: 2 (Área protegida y área intervenida)
- Réplicas: 6 (3 en cada tratamiento)
- Repeticiones: 6 (1 mensual en cada réplica)

### MATERIALES

#### **REACTIVOS**

Alcohol etílico  
Agua destilada

#### **TRANSPORTE**

Transporte terrestre  
Transporte acuático

#### **GASOLINA Y LUBRICANTES**

Gasolina vehículo  
Gasolina con lubricante para lancha

#### **SUMINISTROS**

Cd's y Diskettes  
Computadora  
Impresora  
Papel  
Lápices  
Tinta  
Empastado  
Fotocopias  
Marcadores resistentes al agua  
Boleta para toma de datos

**EQUIPO**

GPS

Equipo marca Merck modelo P-4 WTW Multiline para medir Temperatura, Conductividad, Salinidad y Oxígeno disuelto

Disco de Secchi

Cilindro para medir biomasa de vegetación de 11 cm de diámetro

Drop Sampler

Cable de acero

Cuñas

Lazo

Plexiglass transparente

Remaches

Tabla de madera

Tornillos de distintos tamaños con roldanas y tuercas

Tubo de metal

Red para captura de peces de 5, 10 y 15"

Barreno con brocas

Remachadora

**MATERIALES**

Baterías AA y AAA

Bolsas plásticas con cierre hermético de 16.51\*14.92 cm y de 27.5\*30.0 cm

Cámara fotográfica

Cubetas con tapadera

Etiquetas de papel de algodón

Frascos de 50, 250 y 500ml.

Pinzas

Regla de 30 cm y de 36"

**RECURSOS HUMANOS**

Asesores de investigación

Auxiliar de campo

Investigador

Lanchero

**OTROS**

Alimentación

Hospedaje

Laboratorio



## **MÉTODOS**

### **A. Procedimiento de la Investigación**

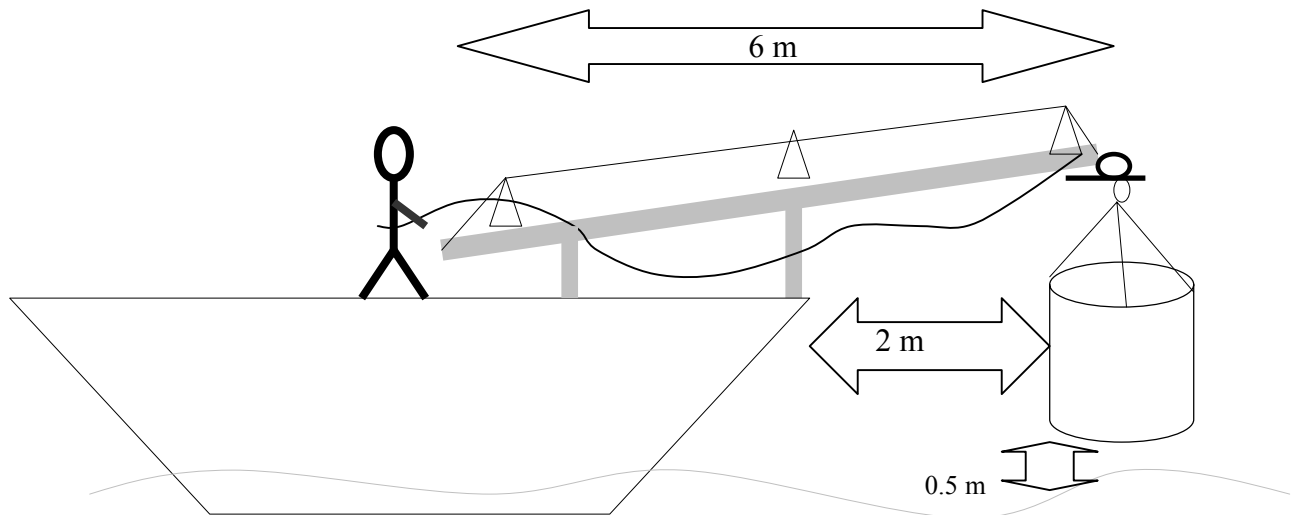
En el presente estudio se consideró como Área Protegida, al litoral norte de El Golfete, por encontrarse la mayor parte dentro de el Biotopo Protegido “Chocón Machacas”; al litoral sur se consideró Área Intervenida. Se realizó un reconocimiento de campo preliminar, en el cual se colectaron muestras de VAS presentes en El Golfete. Las zonas someras con VAS menores a 1.5 m de profundidad, fueron localizadas en sistema de coordenadas geográficas (latitud y longitud).

Tomando en cuenta el nivel del agua, se procedió a seleccionar seis sitios; tres en cada área (intervenida y protegida). Se ubicó un sitio en el extremo occidental de cada rivera de El Golfete; cercano a la desembocadura del Lago de Izabal. El otro sitio, se localizó en el extremo oriental de cada rivera, el cual desemboca en la Bahía de Amatique. El tercer sitio, se trató de ubicar en medio de los dos sitios anteriores ubicados en cada rivera.

Se describió cada uno de los sitios de muestreo con relación al uso de la tierra y vegetación dominante en los litorales. Las especies de VAS colectada dentro de los muestreos, la textura del tipo de sustrato observada al extraer la muestra de biomasa de la VAS, la distancia estimada a la orilla y la profundidad medida en los sitios.

La captura de muestras se realizó utilizando el método denominado “Drop Sampling” (muestreo con cilindro muestreador de volumen constante). Esta técnica es específica para áreas someras. El “Drop Sampler” consiste en un cilindro sin fondo de 1.18 m<sup>2</sup> de área, construido a base de acrílico transparente (“Plexiglass”); este tiene base de aluminio para evitar que el cilindro se rompa al caer.

El “Drop Sampler” se suspende mediante un pin, con unas argollas de metal colocadas en el extremo de un tubo de 6 metros. Dicho tubo se extiende dos metros desde la proa de la lancha sobre el agua. El cilindro queda a una altura de 0.5 m por encima de la superficie del agua.



Antes de llegar al punto de muestreo, se debe apagar el motor de la lancha, con la finalidad de no ahuyentar a los peces. Se ubica cuidadosamente el “Drop Sampler” sobre el sitio que se desea tomar la muestra. Sobre ese sitio, se hala una cuerda que hace que el pin suelte el cilindro, y que caiga rápidamente al agua.

Posteriormente, se debe asentar firmemente el cilindro en el fondo para asegurar que no hayan troncos o piedras, que permita a los peces escapar por alguna ranura. Los peces son removidos con redes manuales de distintos tamaños. Finalmente, se barre cuidadosamente el área, capturando a todos los organismos que queden dentro del cilindro (Galindo, 1996; Arrivillaga & Baltz, 1999).

La técnica de Drop Sampling, permite describir cuantitativamente la composición y abundancia de peces, de manera exacta por tener un área fija. Por la claridad y transparencia del cilindro, se reduce el riesgo de que el “Drop Sampler” sea notado, a diferencia de otras técnicas de muestreo similares: “Drop net” y atarraya, por ejemplo. Los peces tienen la misma probabilidad de entrar y de salir del área donde va a caer el cilindro, a medida que este baja. Por su reducido tamaño, los

efectos negativos en la población y el sitio del muestreo son mínimos (Galindo 1996; Arrivillaga & Baltz 1999).

Utilizando este método se tomaron seis muestras, tres en cada área de El Golfete cada mes, desde septiembre del 2003 a marzo del 2004. En cada muestra se midió la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en el agua con un equipo de calidad de agua marca Merck modelo Multiline Modelo P-4 WTW. Se midió la visibilidad con un disco de Secchi y la profundidad (máxima y mínima) dentro del “Drop Sampler”, con una regla de metal de 1 m (36”). Además, se anotaron las especies de VAS y la proporción estimada de su abundancia dentro del “Drop Sampler”.

Con un cilindro de 0.11 m de diámetro, se extrajo de cada sitio de muestreo, una muestra de la VAS para estimar la biomasa; también se utilizó para observar la textura del sustrato (Arrivillaga & Baltz 1999). Cada muestra para estimación de biomasa se lavó, se separó por especie y se separaron las raíces de las hojas. Posteriormente, se secó en un horno a 60° C por 24 horas, y se midió la masa de la muestra seca de VAS con una balanza analítica.

Los peces capturados se preservaron en alcohol al 70%, y fueron trasladados al laboratorio para su identificación. Luego, se procedió a medir cada individuo. Se identificó cada ejemplar con la ayuda de Herman Kihn Ph D., el libro de “Fishes of the Continental Waters of Belize” de Greenfield (1997) y Cichliden Zentralamerikas de Ad Konnings (1991). Los especímenes se depositaron en las Colecciones Zoológicas del Museo de Historia Natural de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## B. Análisis Estadístico de los Resultados

Gracias a que el “Drop Sampler” tiene un área definida, se calculó la abundancia de peces por metro cuadrado de las especies capturadas. Posteriormente, se

realizaron histogramas con dichas abundancias, para el Área Protegida y para el Área Intervenida.

La abundancia de especies se utilizó para calcular el índice de Shannon - Wiener y el de Margalef, con el programa estadístico DIVERS (Pérez & Sola, 1993). El índice de Shannon - Wiener ( $H'$ ), permite medir la diversidad, a partir de la proporción o estructura de las comunidades presentes. Este índice indica a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra (Krebs, 1999; Moreno, 2001). Adquiere valores de 0 cuando hay una sola especie, y  $\log s$  (número de especies) cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno *Op. cit.*, 2001).

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log_2 p_i)$$

Donde,

$H'$  = Índice de diversidad de Shannon Wiener

$s$  = Número de especies

$p_i$  = Proporción de la muestra total que pertenece a la  $i$ -ésima especie.

(Krebs *Op. cit.* 1999).

El índice de Margalef permite medir la diversidad a partir de la riqueza o número de número de comunidades distintas. Este se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción, a la que se le añaden especies por expansión de la muestra. Supone una relación entre el número de especies y número total de individuos, dando un valor de 0 cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

$$DMg = \frac{s-1}{\ln N}$$

Donde,

s= Número de especies

N= Número de individuos

(Moreno, 2001).

Se utilizó una prueba t para determinar la significancia, entre el Área Protegida e Intervenida, de la riqueza y diversidad de especies. Para ello se utilizó Microsoft Excel 2000. La misma prueba fue utilizada para contrastar, la abundancia de las especies de peces más frecuentes y cada uno de los parámetros físico-químicos del agua (pH, concentración de oxígeno y temperatura), entre Área Protegida y Área Intervenida.

Para observar una diferencia estadística, de los cambios en la abundancia de peces, a lo largo de los meses, se utilizó un análisis de varianza múltiple; utilizando Microsoft Excel 2000. La misma prueba se utilizó para contrastar los parámetros físico-químicos del agua (pH, concentración de oxígeno en el agua y temperatura). Consecuentemente, se realizó una gráfica representando la variación de cada parámetro del agua en cada sitio de muestreo. Luego, se procedió a calcular el promedio entre los meses, presentando el error estándar, la media, y reportando los valores mínimos y máximos.

El nivel de aceptación para realizar los contrastes de la Prueba t fue de 0.025, y 0.008 de los análisis de varianza. Estos niveles de aceptación se calcularon utilizando la significación de Bonferroni (Milton, 2001) cuya fórmula se muestra a continuación:

$$\alpha = b/c$$

Donde,

c=el número real de contrastes a realizar

b= límite superior razonablemente pequeño ( $\alpha=0.05$  en este caso).

Para verificar los posibles cambios climáticos en el área, se procedió a buscar información sobre la estacionalidad del lugar. Debido a que no se encontraron disponibles los datos diarios de precipitación para el área de estudio, se utilizaron los niveles de El Lago de Izabal. La información analizada, pertenece a las mediciones elaboradas por AMASURLI durante los meses de Noviembre del 2003 a Marzo del 2004. Posteriormente, se realizó histograma para observar si hubo diferencia en el nivel del lago a lo largo de los meses.

Se utilizó una prueba t para determinar diferencia estadística en la biomasa de VAS. También, se empleó un análisis de varianza múltiple, para determinar diferencia significativa entre las especies más abundantes de VAS, a lo largo de los meses en que se tomaron muestras. Estos compararon la biomasa de cada especie entre los sitios, con nivel de rechazo de 0.03, de acuerdo a la fórmula de Bonferoni.

Para determinar la influencia de VAS en la comunidad de peces, se utilizó un análisis de regresión. Se utilizó la biomasa de VAS más abundante, como variable independiente, y la abundancia de peces mas frecuentes, como variable dependiente. Se compararon los datos de longitud estándar máxima reportados en Greenfield (1997), por ser los mas cercanos al área de estudio, con los valores encontrados en el presente estudio. Se consideró como posibles criaderos a los sitios donde se encontró mayor abundancia de juveniles.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Descripción de los sitios de muestreo

En el presente estudio, se consideró Área Protegida al litoral norte de El Golfete; la mayor parte del mismo se encuentra localizado dentro de el Biotopo Protegido “Chocón Machacas”. Sin embargo, al observar las especies de vegetación maduras junto con etapas inmaduras, presencia de pasto para ganado (Napier) y casas en las cercanías del Biotopo, se puede deducir que el litoral norte se asemeja bastante al litoral sur. El litoral sur, denominado en este estudio Área Intervenida, estaba conformado por casas de descanso, viviendas de algunos habitantes del lugar, grandes extensiones de tierra usadas para fincas de ganado, y algunos sitios con fragmentos de bosque y mangle rojo. A continuación se resumen algunas de las características que diferencian los distintos sitios donde se tomaron las muestras durante el presente estudio.

### Sitios en el Area Protegida

**Cuadro 1** Coordenadas de los sitios del Área Protegida

| <b>Sitio</b>         | <b>Coordenadas</b> |
|----------------------|--------------------|
| <b>Los Palafitos</b> |                    |
| UTM E                | 304,676.00         |
| UTM N                | 174,561.10         |
| <b>Cayo Julio</b>    |                    |
| UTM E                | 302,463.00         |
| UTM N                | 174,186.50         |
| <b>Los Belenes</b>   |                    |
| UTM E                | 294,955.00         |
| UTM N                | 173,974.30         |

- **Los Palafitos**

Los Palafitos es un sitio localizado frente a un restaurante y algunas casas de descanso privadas. El tipo de vegetación terrestre que predominó en el litoral fue: Chaperna (*Inga sp.*) y Anona (*Anona sp.*). La profundidad en los muestreos se encontró entre 0.41 - 0.96 m, a una distancia entre 1 - 20 m de la orilla. La vegetación acuática sumergida predominante fue *Vallisneria americana* (87.0%). También se encontró en menor cantidad presencia de: *Potamogeton illinoensis* (4.5%), *Cabomba palaciformis* (4.3%) y *Najas sp.* (4.3%). El tipo de sustrato encontrado fue limo o arcilla.

- **Cayo Julio**

Cayo Julio está localizado en un islote cerca del litoral norte. En las cercanías se pueden visualizar algunos muelles de casas de descanso. El tipo de vegetación terrestre predominante fue: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y zapotón (*Pachira aquatica*). Se encontró vegetación acuática emergente como tul (*Scirpus californicus* y *Phragmites australis*). El rango de profundidad estuvo entre 0.45 - 0.89 m y la distancia a la orilla entre 2 - 15 m. La VAS predominante la constituyó *Vallisneria americana* (66.7%) y *Cabomba palaciformis* (18.3%). En menores cantidades se observó la presencia de *Hydrilla verticillata* (7.5%). El tipo de sustrato fue arena fina con fragmentos de cuarzo y arcilla.

- **Los Belenes**

Los Belenes está representado por cultivos y áreas con fragmentos de mangle (*Rhizophora mangle*). La profundidad varió entre 0.53 - 0.91 m a una distancia de la orilla entre 1 - 5 m. La VAS predominante correspondió a *Hydrilla verticillata* (62.5%) y poca presencia de *Vallisneria americana* (27.5%). El sustrato encontrado fue lodo con arena gruesa y fragmentos de cuarzo.



## Sitios en el Area Intervenida

**Cuadro 2** Coordenadas de los sitios del Área Intervenida

| <b>Sitio</b>        | <b>Coordenadas</b> |
|---------------------|--------------------|
| <b>Cayo Quemado</b> |                    |
| UTM E               | 296,545.00         |
| UTM N               | 173,520.70         |
| <b>Cayo Piedra</b>  |                    |
| UTM E               | 293,970.00         |
| UTM N               | 173,650.30         |
| <b>Río Frío</b>     |                    |
| UTM E               | 290,950.00         |
| UTM N               | 173,789.50         |

- **Cayo Quemado**

En el litoral de Cayo Quemado se encuentran varias casas privadas. La vegetación predominante fue: anona (*Anona sp.*), cahue (*Pterocarpus officinales*) y mangle (*Rhizophora mangle*). Los muestreos se efectuaron a una profundidad medida entre 0.61 - 1.21 m. a una distancia entre 2 - 10 m de la orilla. En esta área se encontraron 5 especies de SAV en igual proporción (*Vallisneria americana*, *Najas sp.*, *Cabomba palaciformis*, *Potamogeton illinoensis* e *Hydrilla verticillata*). El sustrato examinado fue por lo general lodo de arcilla con arena.

- **Cayo Piedra**

El litoral en Cayo Piedra corresponde a una finca de ganado con un muelle de piedra y cemento. En los bordes del muelle se puede encontrar bosque de mangle. La vegetación estuvo conformada por: anona (*Anona sp.*), cahue (*Pterocarpus officinales*) y mangle (*Rhizophora mangle*). La profundidad osciló entre 0.74 - 1.15 m, con una distancia a la orilla entre 1-15 m. La VAS predominante fue *Hydrilla verticillata* (33.0%) y *Vallisneria americana* (44.3%). Sin embargo, se encontró *Najas sp.* (3.3%) en menor cantidad. El sustrato de este sitio estaba compuesto de lodo con arena. Se encontraron en el fondo fragmentos de troncos de árbol y rocas.

- **Río Frio**

Río Frío corresponde a una finca de ganado, que a su vez presenta fragmentos con mangle rojo en el litoral. La vegetación de está integrada por zacate alemán o pasto de ganado (comercialmente denominado Napier) y mangle rojo (*Rhizophora mangle*). La profundidad medida se encontraba entre 0.76 - 1.10 m, a una distancia a la orilla entre 1-12 m. El tipo de sustrato fue lodo compacto con arena y materia orgánica. La VAS predominante era *Hydrilla verticillata* (74.2%) y *Vallisneria americana* (9.2%).

## **8.2 Composición y Abundancia de peces**

Los peces capturados durante el muestreo fueron identificados en su mayoría, hasta especie; cuatro se identificaron únicamente hasta género. En el cuadro 3, se presenta el número de individuos de cada especie capturados en todas las muestras (N = 36), desde septiembre del 2003 hasta marzo del 2004. Demás, se puede observar la densidad de los mismos, estimada a partir del tamaño fijo del “Drop Sampler” (1.18 m de diámetro) en todo el muestreo.

En el cuadro 4, se muestran las densidades para Área Protegida y Área Intervenida. Las especies que solo estuvieron presentes en el Área Protegida fueron: *Gambusia luma*, *Microphis brachyurus*, *Cichlasoma spinossisimun*, y *Microgobius* sp. Las especies que solo se encontraron en el Área Intervenida fueron: *Phallichthys* sp., *Oreochromis mossambicus*, *Eucinostomus melanopterus* y *Coryphopterus* sp.

**Cuadro 3** Especies de peces capturadas en El Golfete durante los muestreos.

(N=36)

| Nombre científico                | Nombre común             | Individuos (n) | Densidad individuos/m <sup>2</sup> |
|----------------------------------|--------------------------|----------------|------------------------------------|
| <b>Engraulidae</b>               |                          |                |                                    |
| <i>Anchovia macrolepidota</i>    | Anchoa                   | 6              | 0.14                               |
| <b>Characidae</b>                |                          |                |                                    |
| <i>Astyanax aeneus</i>           | pepesca, sardina         | 57             | 1.34                               |
| <i>Hypessobrycon milleri</i>     | Pepesquita               | 8              | 0.19                               |
| <b>Pimelodidae</b>               |                          |                |                                    |
| <i>Rhamdia guatemalensis</i>     | Juilin, filin            | 2              | 0.05                               |
| <b>Poeciliidae</b>               |                          |                |                                    |
| <i>Carlhubbsia stuarti</i>       | Pupo, tripón             | 184            | 4.33                               |
| <i>Poecilia sp.</i>              | Pupo                     | 2              | 0.05                               |
| <i>Gambusia luma</i>             | Pupito                   | 1              | 0.02                               |
| <i>Phallichthys sp.</i>          | Pupo                     | 2              | 0.05                               |
| <b>Sygnathidae</b>               |                          |                |                                    |
| <i>Microphis brachyurus</i>      | Pez pipa                 | 1              | 0.02                               |
| <b>Cichlidae</b>                 |                          |                |                                    |
| <i>Nandopsis salvini</i>         | Guapotillo               | 54             | 1.27                               |
| <i>Archocentrum spilurum</i>     | Sacatera                 | 61             | 1.44                               |
| <i>Vieja maculicauda</i>         | Mojarra, chumbimba       | 19             | 0.45                               |
| <i>Parachromis managuense</i>    | Guapote                  | 13             | 0.31                               |
| <i>Torichthys aureum</i>         | Lluvia de oro, mojarra   | 16             | 0.38                               |
| <i>Asthatherox robertsoni</i>    | Mojarra                  | 6              | 0.14                               |
| <i>Herichthys bocourti</i>       | Mojarra                  | 3              | 0.07                               |
| <i>Cichlasoma spinossisimun</i>  | Mojarrita                | 1              | 0.02                               |
| <i>Oreochromis mossambicus</i>   | Tilapia                  | 1              | 0.02                               |
| <b>Eleotridae</b>                |                          |                |                                    |
| <i>Eleotris pictus</i>           | Vieja                    | 2              | 0.05                               |
| <i>Gobiomorus dormitor</i>       | Vieja, dormilón, guavina | 1              | 0.02                               |
| <b>Gerreidae</b>                 |                          |                |                                    |
| <i>Eucinostomus melanopterus</i> | Palometa                 | 1              | 0.02                               |
| <b>Gobiidae</b>                  |                          |                |                                    |
| <i>Microgobius sp.</i>           | dormilón, chupapiedra    | 2              | 0.05                               |
| <i>Coryphopterus sp.</i>         | dormilón, chupapiedra    | 1              | 0.02                               |
| <b>Total</b>                     |                          | <b>444</b>     | <b>6.85</b>                        |

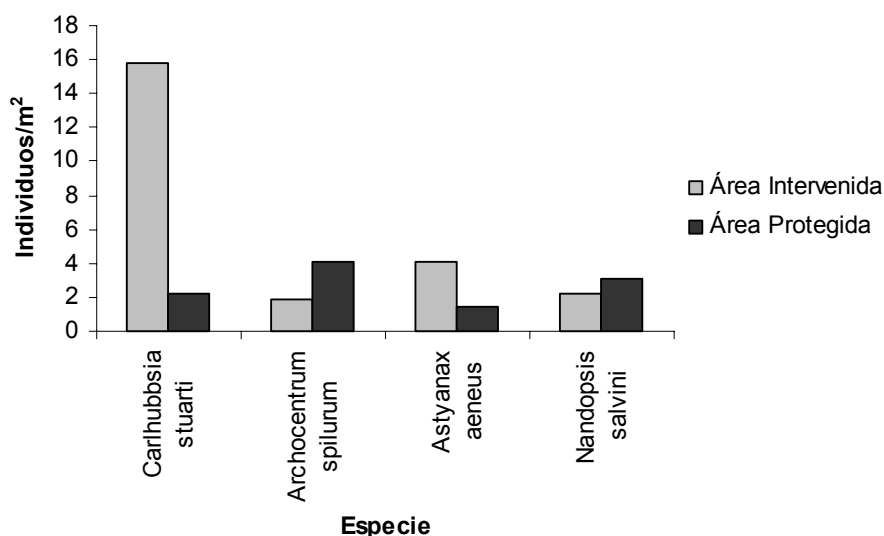
**Cuadro 4** Densidad (Individuos/m<sup>2</sup>) para el Área Protegida y el Área Intervenido de cada especie capturada de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

$$N_{\text{total}} = 36$$

$$N_{\text{por área}} = 18$$

| Nombre científico                | Área Protegida<br>Individuos/m <sup>2</sup> | Área Intervenido<br>Individuos/m <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---|---|
| <i>Anchovia macrolepidota</i>    | 0.14  | 0.14  |
| <i>Astyanax aeneus</i>           | 0.71  | 1.98  |
| <i>Hypessobrycon milleri</i>     | 0.28  | 0.09  |
| <i>Rhamdia guatemalensis</i>     | 0.05  | 0.05  |
| <i>Carlhubbsia stuarti</i>       | 1.08  | 7.58  |
| <i>Poecilia sp.</i>              | 0.05  | 0.05  |
| <i>Gambusia luma</i>             | 0.00  | 0.05  |
| <i>Phallichthys sp.</i>          | 0.09  | 0.00  |
| <i>Microphis brachyurus</i>      | 0.00  | 0.05  |
| <i>Nandopsis salvini</i>         | 1.46  | 1.08  |
| <i>Archocentrum spilurum</i>     | 1.98  | 0.89  |
| <i>Vieja maculicauda</i>         | 0.33  | 0.56  |
| <i>Parachromis managuense</i>    | 0.14  | 0.47  |
| <i>Torichthys aureum</i>         | 0.56  | 0.19  |
| <i>Asthaterox robertsoni</i>     | 0.14  | 0.14  |
| <i>Herichthys bocourti</i>       | 0.05  | 0.09  |
| <i>Cichlasoma spinossisimun</i>  | 0.00  | 0.05  |
| <i>Oreochromis mossambicus</i>   | 0.05  | 0.00  |
| <i>Eleotris pictus</i>           | 0.05  | 0.05  |
| <i>Gobiomorus dormitor</i>       | 0.00  | 0.05  |
| <i>Eucinostomus melanopterus</i> | 0.05  | 0.00  |
| <i>Microgobius sp.</i>           | 0.00  | 0.09  |
| <i>Coryphopterus sp.</i>         | 0.05  | 0.00  |
| <b>Total</b>                     | <b>4.75</b>                                 | <b>8.95</b>                                   |

Las especies más abundantes durante las muestras colectadas en este estudio fueron: *Carlhubbsia stuarti*, *Archocentrum spilurum*, *Astyanax aeneus* y *Nandopsis salvini*, respectivamente. En la Fig. 1 se presenta gráficamente la densidad de especies más abundantes entre el Área Protegida y el Área Intervenido.



**Figura 1** Comparación de la densidad de especies mas abundantes entre Área Protegida y Área Intervenida.

### 8.3 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre la comunidad de peces

En el cuadro 5 se reporta el índice de riqueza de especies de Margalef, y el de diversidad de especies de Shannon - Wiener ( $H'$ ), para el Área Protegida y para el Área Intervenida. Los valores indican que el Área Protegida presenta mayor riqueza de especies, pero el Área Intervenida es mas diversa. Sin embargo, la prueba t indica que no hay diferencia en la diversidad ( $t=0.29$ ) y riqueza ( $t=0.07$ ) entre las dos áreas en este estudio.

**Cuadro 5** Índice de diversidad para los sitios del Área Protegida y Área Intervenida, error estándar y valor t.

| Indice           | A.Protegida |                | A.Intervenida |                | t    |
|------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|------|
|                  | n=3         | + - Error Std. | n= 3          | + - Error Std. |      |
| Margalef         | 1.23        | 0.01           | 1.51          | 0.06           | 0.07 |
| Shannon ( $H'$ ) | 1.25        | 0.08           | 1.36          | 0.02           | 0.29 |

La prueba t utilizada para comparar la abundancia de los peces capturados ( $x = 0.32$ ,  $x = 0.59$ ), entre el Área Protegida e Intervenida ( $t=0.21$ ), resulta en diferencias significativas. El análisis de varianza, demostró que no hay evidencia

estadística ( $P > 0.008$ ) para afirmar, que existió diferencia en la abundancia de peces entre los meses de muestreo ( $F = 0.447$ ,  $P = 0.082$ ).

Se utilizó una prueba t para observar la significancia, entre las dos áreas, de la abundancia de peces de las especies con mayor número de individuos. En el cuadro 6, la prueba t no resultó en diferencias significativas.

**Cuadro 6** Prueba t para las especies de Área Protegida vrs. Área Intervenida

| Especie                      | Área Protegida        |                       | Área Intervenida      |                       | t    |
|------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------|
|                              | Media(+ - Error Std.) | Media(+ - Error Std.) | Media(+ - Error Std.) | Media(+ - Error Std.) |      |
| <i>Astyanax aeneus</i>       | 0.71                  | 0.34                  | 1.97                  | 0.47                  | 0.38 |
| <i>Carlhubbsia stuarti</i>   | 1.08                  | 0.69                  | 7.58                  | 4.29                  | 0.07 |
| <i>Nandopsis salvini</i>     | 1.46                  | 0.47                  | 1.08                  | 0.31                  | 0.26 |
| <i>Archocentrum spilurum</i> | 1.97                  | 0.41                  | 0.90                  | 0.34                  | 0.03 |

#### 8.4 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre los parámetros físico-químicos del agua

Para determinar si existe diferencia significativa en los parámetros físico químicos del agua, entre el Área Protegida y el Área Intervenida, se efectuó una prueba t. Esta prueba determinó que no hay evidencia estadística para afirmar que existe diferencia de estos parámetros entre las dos áreas. En el cuadro 7 se presentan los valores mínimos, máximos y promedio de cada parámetro analizado para cada área con sus respectivos valores t.

**Cuadro 7** Promedio de los parámetros físico-químicos del agua obtenidos durante el muestreo en el Área Protegida y en el Área Intervenida, y su respectivo valor t.

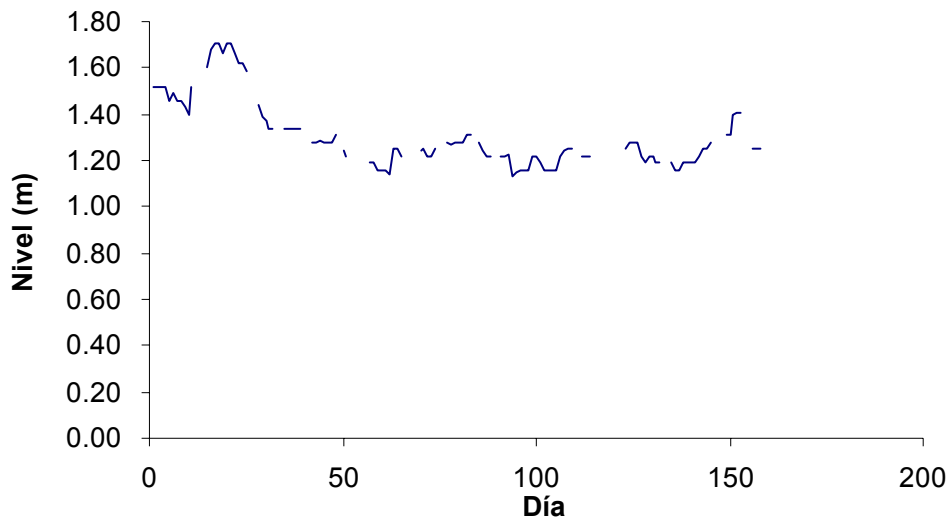
|                  | Area Protegida |            | Area Intervenida |            | t    |
|------------------|----------------|------------|------------------|------------|------|
|                  | Media          | Error Std. | Media            | Error Std. |      |
| PH               | 7.70           | 0.29       | 7.75             | 0.18       | 0.19 |
| Oxigeno disuelto | 81.90          | 1.63       | 84.06            | 2.76       | 0.11 |
| mg/l de oxigeno  | 6.65           | 0.20       | 6.88             | 0.35       | 0.15 |
| Temperatura      | 27.96          | 0.13       | 28.10            | 0.15       | 0.16 |

La diferencia mensual de los parámetros físico-químicos, se observó a través de análisis de varianza para cada parámetro. Estos demostraron que hay evidencia estadística para afirmar, que existió diferencia en de estos a lo largo de los meses. Los valores de pH obtenidos, oscilaron entre 7.3 - 8.3 para el Área Protegida y 7.0 - 9.0 para el Área Intervenida. Los niveles mas bajos se presentaron en el mes de febrero en Cayo Julio y Río Frío; la diferencia entre estos sitios no fue muy marcada en los otros meses.

El oxígeno disuelto en el agua se encontró entre 77.7 - 89.4% (6.07 - 7.49 mg/l) en el Área Protegida y 80.1 - 89.4% (6.27 - 6.49) en el Área Intervenida. Los niveles mas bajos se presentaron en los meses de febrero y octubre, concordando el primer mes con los niveles de pH.

La temperatura (°C), estuvo entre 27.5 - 28.4 en el Área Protegida y 27.8 - 28.4 en el área intervenida. Los meses que presentaron menor temperatura fueron noviembre y enero.

Para determinar si el cambio en los factores físico-químicos del agua podría estar relacionado con algún factor estacional, se buscó información de datos climáticos del lugar. Debido a que únicamente se tuvo acceso a los promedios mensuales de precipitación para el área, se utilizaron los niveles de El Lago de Izabal diarios de los últimos días de Octubre del 2003 a Marzo del 2004, medidos por la Autoridad para el Manejo sustentable de la Cuenca del Lago de Izabal y Río Dulce – AMASURLI- y proporcionados por Ing. Erick Barrientos y Licda. Maritza Aguirre. Estos datos que representan las variaciones que tuvo el nivel del Lago de Izabal se presentan en la Fig.2.



**Figura 2** Diferencias de niveles en el Lago de Izabal del 28 de octubre del 2003 al 31 de marzo del 2004

### 8.5 Influencia del grado de intervención en el litoral sobre la vegetación acuática sumergida.

Se utilizó una prueba t, para comparar si la presencia de VAS está influenciada por el uso de el litoral. Para ello, se analizó la biomasa de las dos especies mas abundantes: *Vallisneria americana* ( $x = 1.73$ ,  $x = 0.73$ ) e *Hydrilla verticillata* ( $x = 0.40$ ,  $x = 0.60$ ). Esta prueba indicó que no hay evidencia estadística para afirmar, que el uso de los litorales influye en la abundancia de las especies de vegetación acuática mas abundantes: *Vallisneria americana* ( $t=0.06$ ) e *Hydrilla verticillata* ( $t=0.21$ ).

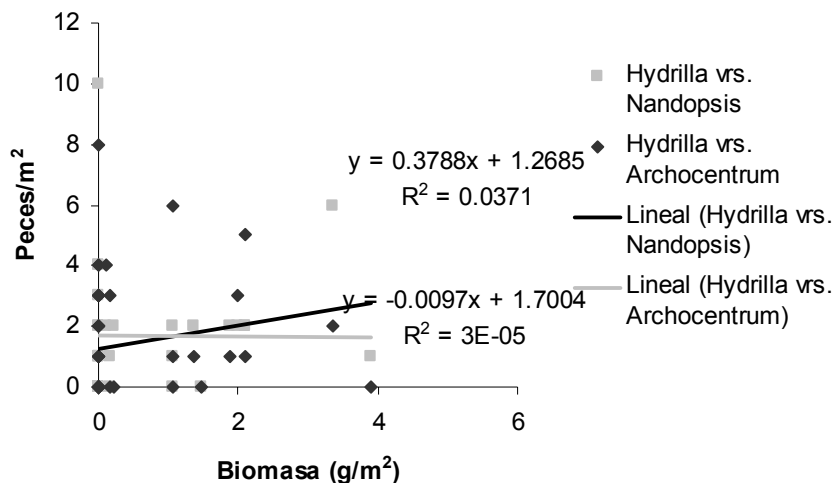
Se realizó un análisis de varianza con las dos especies de VAS mas abundante durante los muestreos, para determinar si hay variación en la misma a lo largo de los meses. En el cuadro 7 y 8, ( $P>0.008$ ) se puede comprobar que la presencia de esta vegetación no presentó evidencia estadística para afirmar una variación de la misma a lo largo de los meses ( $F=3.13$  y  $3.75$ ,  $P=0.06$  y  $0.08$ ).



### 8.6 Influencia de la vegetación acuática sumergida en la crianza de peces

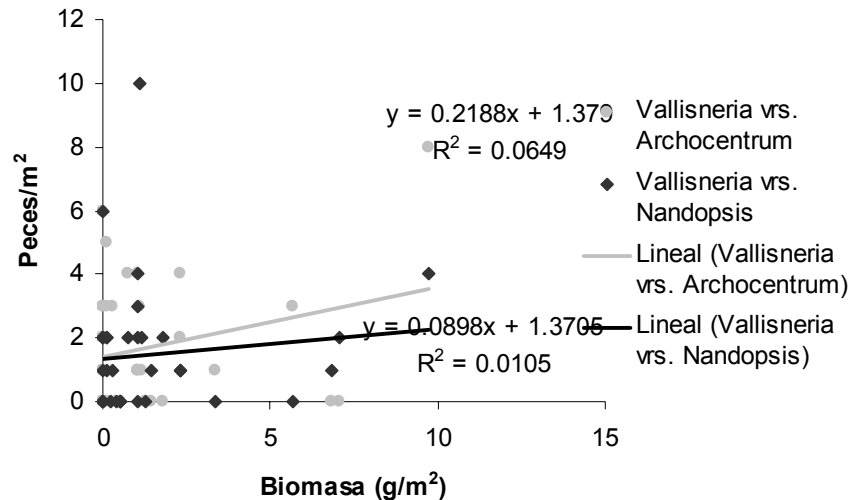
Para determinar si la presencia de VAS funciona como criadero de peces, es importante conocer el tipo de hábitat preferido por la ictiofauna. En el presente estudio, se analizaron las especies de vegetación mas abundante (*Hydrilla verticillata* y *Vallisneria americana*) y de peces con mayor frecuencia durante los muestreos (*Archocentrum spilurum* y *Nandopsis salvini*). No se utilizó *Carlhubbsia stuarti* y *Astyanax aeneus* por ser especies que aparentemente se congregan durante ciertas épocas, apareciendo en gran cantidad, y ausentándose casi totalmente durante algunos muestreos.

Se realizó un análisis de regresión para observar, si la presencia de alguna de las especies de peces, está relacionada con la presencia de cierta especie de VAS. En la figura 3, se puede observar que *Nandopsis salvini* presentó correlación con la presencia de *Hydrilla verticillata*, a diferencia de *Archocentrum spilurum*.



**Figura 3** Influencia de *Hydrilla verticillata* en la abundancia de la *Archocentrum spilurum* y *Nandopsis salvini*.

En *Vallisneria americana*, ambas especies de peces parecen estar relacionadas con la presencia de esta. En la Fig. 4, se pueden observar los coeficientes de correlación para ambas especies de peces analizadas.



**Figura 4** Influencia de *Vallisneria americana* en la abundancia de *Archocentrum spilurum* y *Nandopsis salvini*.

Para observar el hábitat que funciona como criadero para los peces, se comparó la longitud estándar de las especies encontradas con mayor frecuencia en este estudio (*Archocentrum spilurum*, *Nandopsis salvini*, *Carlhubbsia stuarti* y *Astyanax aeneus*), con las reportadas por Greenfield (1997). En el cuadro 8, *Nandopsis salvini* y *Astyanax aeneus* parecen haber utilizado la VAS como criadero durante este estudio.

**Cuadro 8** Valores de longitud máxima bibliográfica de las cuatro especies mas abundantes, y las encontradas en el presente estudio.

|                              | Bibliografica          | Este estudio         |                      |
|------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
|                              | Longitud estandar (mm) | Longitud minima (mm) | Longitud maxima (mm) |
| <i>Nandopsis salvini</i>     | 115                    | 16                   | 66                   |
| <i>Archocentrum spilurum</i> | 83                     | 10                   | 65                   |
| <i>Carlhubbsia stuarti</i>   | 55                     | 5                    | 49                   |
| <i>Astyanax aeneus</i>       | 120                    | 31                   | 71                   |

## 9. DISCUSIÓN

### 9.1 Arte de pesca

El Drop Sampling es un método que permite calcular la abundancia de peces en un área determinada con profundidades menores a 1.5 m. Sin embargo, los peces ocultos en los litorales son poco susceptibles a capturarse. La elevada precipitación y descarga de los afluentes, hicieron que la profundidad de El Golfete se incrementara notablemente. Esto disminuyó la cantidad de áreas someras durante la época lluviosa. Por lo tanto, los niveles de agua que iban en incremento durante los primeros muestreos, restringieron el estudio, a las zonas menos profundas de El Golfete.

### 9.2 Descripción de los sitios de muestreo

El litoral norte de El Golfete está ubicado dentro de dos categorías de manejo: Parque Nacional y Biotopo Protegido (Barrios, 1995; CONAP, 1998; Perlack *et al.* 2001; Arrivillaga *et al.* 2003). A pesar de encontrarse doblemente protegido, parece tener un nivel de intervención similar al litoral sur, el cual se encuentra únicamente bajo la categoría de Parque Nacional. Esto se evidencia, al permitir agrupar los sitios con relación al uso del suelo, de la siguiente manera: Los Belenes con Río Frío, Los Palafitos con Cayo Quemado y Cayo Julio con Cayo Piedra.

La VAS predominante, parece estar influenciada de igual manera, por el uso del litoral. Los resultados obtenidos con relación a VAS, permiten agrupar los sitios de igual manera, con excepción de Cayo Julio con Cayo Piedra. Esto pudiera deberse a que Cayo Piedra se encuentra un poco mas intervenida que Cayo Julio.

El sustrato fue diferente en todos los sitios de muestreo. Esto pudo deberse a que cada sitio se encuentra influenciado por las descargas de los ríos adyacentes. Sin embargo, esta diferencia no pareciera afectar en los componentes biológicos.

### 9.3 Descripción de la colecta

A lo largo de la toma de muestras o *interim*, se logró capturar un total de 444 peces, correspondientes a 6 órdenes, 9 familias y 23 especies diferentes. Las familias, Cichlidae y Poeciliidae, fueron las más abundantes; incluyeron el 54% de las especies. La mayoría de los especímenes correspondió a las familias: Poeciliidae, Cichlidae y Characidae, específicamente a las especies: *Carlhubbsia stuarti* (4.33 individuos/m<sup>2</sup>), *Archocentrum spilurum* (1.44 individuos/m<sup>2</sup>), *Astyanax aeneus* (1.34 individuos/m<sup>2</sup>) y *Nandopsis salvini* (1.27 individuos/m<sup>2</sup>) (Cuadro 3).

#### **9.4 Diferencia de la comunidad de peces entre Área Protegida y Área Intervenida**

Se encontró en el Área Protegida de El Golfete mayor abundancia de especímenes de *Archocentrum spilurum* y *Nandopsis salvini* (Familia Cichlidae), mientras que en el Área Intervenida predominaron *Carlhubbsia stuarti* (Familia Poeciliidae) y *Astyanax aeneus* (Familia Characidae) (Fig. 1). Los individuos de las últimas dos especies, parecen reunirse durante algunas temporadas. Esto se puede asumir al haberse presentado en grandes cantidades durante algunos muestreos; en otros se capturaron en pocas cantidades o estuvieron ausentes.

La composición de peces fue similar a ambos lados de El Golfete. Fueron pocas las especies que se encuentran únicamente en una de las dos áreas y en poca abundancia (Cuadro 4). Las que se encontraron solo en el Área Protegida fueron: *Gambusia luma*, *Microphis brachyurus*, *Cichlasoma spinossisimun*, y *Microgobius* sp. Las que solo se encontraron en el Área Intervenida fueron: *Phallichthys* sp., *Oreochromis mossambicus*, *Eucinostomus melanopterus* y *Coryphopterus* sp.

A pesar de que la mayor parte del norte de El Golfete se encuentra localizado dentro del Biotopo Protegido “Chocón Machacas” (Barrios, 1995; Perlack *et al* 2001; Kihn *et al*, 2001; Arrivillaga *et al*, 2003) la similitud en las densidades de peces, pudo deberse a que la intervención presentada en los bordes del mismo, son similares a las del Área Intervenida. En ambos litorales se suelen encontrar casas de descanso y fincas con poco mangles. Por ende, el uso de los litorales no mostró influencia en la abundancia y composición (Cuadro 4). La abundancia y

composición, está asociada a la vegetación acuática y a la proximidad de ésta con otros hábitats (Robertson y Duke, 1987; Bell & Pollard, 1989); explicando la similitud en la abundancia de la comunidad de peces entre ambas áreas.

El índice de Margalef indica que el Área Protegida presenta mayor riqueza de especies, pero es menos diversa que el Área Intervenido. Esto se refiere a que se encuentran más especies en el Área Protegida, siendo pocas las que se encuentran en gran cantidad. Por el contrario, en el Área Intervenido, la mayoría de las especies se encuentran en proporciones similares. Sin embargo, dicha variación no fue estadísticamente significativa al comparar el índice de riqueza mediante el índice de Margalef ( $t=0.06$ ) y la diversidad mediante el índice de Shannon Wiener ( $t=0.28$ ) (Cuadro 5).

Los especies de peces no presentaron preferencia por una de las áreas en este estudio (Cuadro 6). A pesar de que algunos aparecieron solamente en uno de los dos litorales, fueron muy pocos los especímenes capturados de ciertas especies para afirmar que se encuentran solamente en uno de los litorales. Por lo tanto, se requiere de un estudio de tiempo más prolongado para establecer mayores diferencias.

### **9.5 Diferencia de los parámetros físico-químicos del agua**

La salinidad no se tomó en cuenta, ya que se no se presentaron niveles de salinidad en el tiempo de estudio. Los parámetros físico-químicos del agua presentaron variación a lo largo de los meses de muestreo (Cuadro 7). Esto pudo deberse a las diferencias de precipitación y descarga de los afluentes entre los meses. Sin embargo, para detectar que sitios y en que meses se presentan variaciones, se necesita mayor número de mediciones.

A pesar de que el nivel de El Lago de Izabal (Fig. 2) no fue suficiente para verificar las diferencias en el nivel del agua, se evidenció una diferencia estadística de los parámetros a lo largo de los meses. Sin embargo, los parámetros físico-químicos

del agua no presentaron diferencia estadística entre Área Protegida y Área Intervenida.

La abundancia de peces permaneció constante durante el tiempo de los muestreos. Por lo tanto, se puede asumir que no hubo un factor estacional que afectara la comunidad de los mismos. Esto pudo deberse a que se tomaron muestras en la temporada lluviosa, en la cuál no se presentaron cambios en la salinidad que pueda afectar la distribución y presencia de las especies.

### **9.6 Diferencia de la Vegetación Acuática Sumergida entre el Área Protegida y Área Intervenida**

No hubo evidencia estadística para asegurar que el uso de los litorales tiene influencia en las especies de VAS más abundantes (*Vallisneria americana* ( $t=0.06$ ) e *Hydrilla verticillata* ( $t=0.21$ )). La VAS no se afectó a lo largo de los meses. Este es el mismo patrón que presentó la comunidad de peces. Sin embargo, cabe resaltar que en la realidad, ambas áreas son similares en relación al tipo de intervención presentado.

### **9.7 Vegetación Acuática Sumergida como criadero de peces**

Al parecer, en este estudio la comunidad de peces se encontró influenciada por la VAS. Para confirmarlo, se realizaron análisis de regresión con las especies con más especímenes y la biomasa de vegetación más abundante. *Nandopsis salvini* parece haberse encontrado favorecida con la presencia de *Hydrilla verticillata*, pero no *Archocentrum spilurum* (Fig. 3). Esto parece confirmar la preferencia de este pez y su abundancia en el Área Protegida. Ambas especies estuvieron asociadas a la presencia de *Vallisneria americana* (Fig. 4). Esta relación pudo deberse a que estos tienden a buscar áreas someras con vegetación, con la finalidad de buscar alimentos y refugios que los protejan de los depredadores (Heck & Orth, 1980; Ogden, 1980; Orth, *et al.*, 1984; Bell & Westoby, 1986; Rozas & Odum, 1987; Rozas & Odum, 1988; Lubbers *et al.*, 1990; Baltz *et al.*, 1993).

Se encontró mayor abundancia en las áreas donde predominaban mezclas de especies de VAS, así como en las áreas donde se encuentra poca cantidad de árboles en los litorales. Sin embargo, en las áreas que se encontró excesiva cantidad de *Hydrilla verticillata* se capturó poca cantidad y nula en algunos muestreos. Esto pudo deberse a que la elevada complejidad generada por la misma, excluye a los peces, haciendo que disminuya la abundancia de los mismos (Heck & Orth *Op. cit.*; Orth *Op. cit.*; Bell & Westoby *Op. cit.*; Bell & Pollard, 1989; Killgore *et al.*, 1989; Lubbers *Op. cit.*; Orth, 1992). Otro factor, podría ser la proximidad con microhabitat proporcionados por la vegetación terrestre en los litorales, los cuales brindan refugio y alimento a los organismos .

De las cuatro especies analizadas (*Archocentrum spilurum*, *Nandopsis salvini*, *Carlhubbsia stuarti* y *Astyanax aeneus*) se puede asumir que por los rangos de tamaño de los especímenes capturados, *Nandopsis salvini* y *Astyanax aeneus* fueron las que parecen utilizar el área con vegetación sumergida como criaderos (Cuadro 8). La VAS y los ecosistemas terrestres en los litorales parecen ser complementarios; al parecer la ictiofauna podrían estar utilizando como criaderos, los hábitat terrestres cercanos a la VAS. Kihn *et al* (2001) indica que la densidad de las poblaciones de peces, disminuye en hábitat marginales modificados por la actividad humana. Por lo tanto, la VAS puede estarse utilizando como criadero en sitios donde no existen refugios marginales.

Como se expuso anteriormente, el uso de los hábitat marginales puede deberse a la presencia de manglares en las orillas. Estos hábitat suelen albergar gran cantidad de pos-larvas y peces juveniles al producir abundantes detritos y refugios (Robertson y Ducke, 1987; Bell y Pollard *Op. cit.*; Kihn *et al.* 2001). Al parecer, la complejidad de la VAS y la proximidad con otros hábitat, fueron los principales factores determinantes en la composición y abundancia de ictiofauna en este estudio. Esto resalta la importancia de considerar la vegetación acuática y la de los litorales, en el desarrollo de las estrategias de conservación y manejo racional (Killgore *Op. cit.*).

## 10. CONCLUSIONES

1. El "Drop Sampler" permitió capturar un mayor número de especies en El Golfete que las artes de pesca utilizadas con anterioridad (trasmallo y red de arrastre) por Kihn *et al.*, (2001), Salaverria & Jolon (2001) y Arrivillaga *et al.* (2003).
2. Las familias con mayor número de especies e individuos en El Golfete durante el estudio fueron Cichlidae y Poeciliidae.
3. Las especies que presentaron mas cantidad de especímenes por metro cuadrado a lo largo del muestreo fueron: *Carlhubbsia stuarti*, *Astyanax aeneus*, *Archocentrum spilurum* y *Nandopsis salvini* respectivamente.
4. Durante la toma de muestras se capturaron únicamente dos especies exóticas (*Parachromis managuense* y *Oreochromis mossambicus*) (Kihn, 2003).
5. Debido a que ambas áreas de El Golfete, tienen un grado de intervención similar, en el presente estudio no se pudo demostrar una diferencia en relación a la riqueza y diversidad de peces presentes en VAS, entre el Área Protegida y el Área Intervenida.
6. A lo largo de los meses de muestreo (septiembre del 2003 a marzo del 2004), no se encontró variación en la abundancia y presencia de las especies de VAS y de peces. Esto pudo deberse a que se trabajó durante la época lluviosa, cuando no existe influencia de la salinidad por parte de la Bahía de Amatique.



7. El cambio de los parámetros físico-químicos del agua a lo largo de los meses pudo deberse a las diferencias climáticas. Sin embargo, se necesita mayor cantidad de mediciones físico-químicas para poderlo confirmar.
8. La abundancia y composición de peces a lo largo de los muestreos, no presentó variación. Por lo tanto, el clima no fue un factor determinante en la comunidad de estos, sino estuvo influenciada, por los tipos de hábitat encontrados en el ambiente acuático.
9. Durante el estudio, las especies *Nandopsis salvini* y *Astyanax aeneus* estuvieron utilizando los refugios proporcionados por las raíces de la vegetación terrestre, encontrada en los litorales.
10. La proximidad con otros hábitat y la complejidad de la VAS son importantes en la abundancia y composición de peces. Ambos sitios pueden estar siendo utilizados por éstos, como criaderos.
11. La hipótesis no se evidenció claramente con el análisis estadístico debido a que el muestreo fue de corto plazo (septiembre del 2003 a marzo del 2004).

## 11. RECOMENDACIONES

1. El Golfete es un ecosistema que presenta diversos microhábitat, que son de suma importancia para las especies provenientes tanto del Lago de Izabal como de la Bahía de Amatique. Por ende, requiere de protección especial, para la conservación y flujo constante de especies entre el Lago de Izabal y la Bahía de Amatique.
2. Se recomienda efectuar estudios, para comprender la dinámica de El Golfete y los organismos que lo habitan. De igual manera, desarrollar estudios ecológicos y monitoreos biológicos, que permitan establecer un plan de manejo apropiado para el mismo, a mediano y largo plazo.
3. Es importante considerar tanto los litorales de El Golfete, como el ecosistema acuático, en los planes de manejo. Asimismo saber que ambos ecosistemas, se encuentran estrechamente relacionados. Estos constituyen criadero y reservorio para los organismos acuáticos utilizados por los habitantes del lugar.
4. La protección de los litorales es sumamente importante para proteger a las especies de VAS. Estas a su vez, juegan un papel preponderante para los diferentes estadios de peces residentes y migratorios. Por lo tanto, debe considerarse la protección tanto de la vegetación que se encuentra en los litorales de los cuerpos de agua, como la VAS.
5. Deben tomarse medidas inmediatas, para regular la tala de árboles y descarga de aguas negras en la cuenca. Esto contribuiría a reducir el flujo acelerado de nutrientes al agua y evitar el desplazamiento de la VAS nativa, por *Hydrilla verticillata* y otras especies exóticas. Para mantener la diversidad vegetal y animal de El Golfete, debe evitarse la introducción de especies exóticas que desplacen a especies nativas.

## 12. REFERENCIAS

Arrivillaga, A & D. Baltz. 1999. Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic Coast. Bulletin of Marine Science, Vol. 65(2) pp 301-319. USA

Arrivillaga, A. 2002. Evaluación de la Presencia de *Hydrilla verticillata* en la Región del Río Dulce y Lago de Izabal: Diagnostico general e Identificación de Medidas de Control. OTECBIO/CONAP/FONACON. Guatemala.

Arrivillaga, A., A. Arrivillaga, C. Duarte, S. Guzmán. 2003. Estudio de impacto ambiental para la aplicación de medidas de control y mitigación de la especie invasora *Hydrilla verticillata* en Izabal. FIPA; AID; MARN & CONAP. Guatemala. 113 pags. <http://www.fipagt.com/pdf/Hydrilla.pdf>.

Baltz, D; C. Rakocinski & J. Fleeger. 1993. Microhabitat use by marsh-edge fishes in a Louisiana Estuary. Environmental Biology of Fishes. Vol 36 pp 109-126. Netherlands.

Barrios, R. 1995. Áreas de Interés para la Conservación en Guatemala. CDC/CECON/TNC. Guatemala.

Basterrechea, M. 1992. Calidad del Agua del Lago de Izabal y Principales Tributarios (29 Oct.-29Nov. 1991) Guatemala.

Bell, J & D. Pollard. 1989. Ecology of fish assemblages and fisheries associated with seagrasses. Biology of Seagrasses: W. Larkum, J.McComb, A. Shepherd. Chapter 17. Elsevier.

Bell, J. & M. Westoby. 1986. Abundance of macrofauna in dense seagrass is due to habitat preference, not predation. Oecologia. Vol.68:205-209. Berlin.

Blaber, S & T. Blaber. 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. Fish Biol. The Fisheries Society of the British Isles. Vol 17:143-162. Great Britain.

Blaber, J.; D. Brewer & J. Salini. 1989. Species Composition and Biomasses of fishes in different habitats of a Tropical Northern Australian estuary: their occurrence in the adjoining sea and estuarine dependence. Estuarine, Coastal and Shelf Science. Vol.29:509-531. USA.

Brinson, M.; L. Brinson & A. Lugo. 1974. The Gradient of Salinity, its Seasonal Movement, And Ecological Implications for the Lake Izabal-Río Dulce Ecosystem, Guatemala. Bulletin of Marine Science. Hydrography of Río Dulce, Guatemala.

CDC-CECON. 1990. Estudio Técnico de Punta de Manabique. CDC-CECON. Guatemala.

CONAMA. 1999. Estrategia Nacional Para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad y Plan de Acción. Las Áreas Silvestres de Guatemala ¿Tienen Amenazas? Guatemala.

CONAMA. 1999. Estrategia Nacional Para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad y Plan de Acción. Conociendo el Sistema de Áreas Protegidas SIGAP. Guatemala.

CONAMA. 1999. Estrategia Nacional Para la Conservación y el Uso Sostenible de la Biodiversidad y Plan de Acción. La Vida Silvestre, Uso y Conservación. Guatemala.

CONAP. 1998. Las Áreas Protegidas. Edgar Valenzuela, Depto. Educación y Fomento CONAP. Educación Ambiental. Guatemala.

CONAP; CBM; Gobierno de Noruega; USAC; INAB; UICN. 2001. Inventario Nacional de los Humedales de Guatemala. CONAP/CBM/Gobierno de Noruega/USAC/INAB/UICN. Guatemala.

De la Cruz, J. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a Nivel de Reconocimiento. MAGA. 42p. Guatemala.

Department of Commerce; NOAA; USAID; Proarca Costas & MARN. 2001. Atlas de Recursos Costero-Marino e Indices de Sensibilidad Ambiental para la Zona del Puerto Quetzal en el Océano Pacífico y la Línea Costera del Mar Caribe, Guatemala. Department of Commerce /NOAA/USAID/ Proarca Costas/MARN. EEUU-Guatemala

Ekman 1983. Citado por Orth, R. 1992. A perspective on plant-animal interactions in seagrasses: physical and biological determinants influencing plant and animal abundance. Plant-animal interactions in Marine Benthos (ed. D.M. John, S.J. Hawkins and J.H. Price) Systematics Association Special Volume No. 46. Clarendon Press Oxford. pp.147-164. USA.

FUNDAECO; TIDE & TRIGO 2000. La Voz de los Pescadores de la Costa Atlántica. FUNDAECO/TIDE/TRIGO. 43p. Guatemala.

Galindo, J. 1996. Variación día/noche en la composición y abundancia de peces asociados a pastos marinos en la Costa Atlántica, Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 33p. Guatemala.

García, C. 1996. Aproximación a la Ecología del Pantano de Confra del Caribe Guatemalteco. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). 66p. Guatemala.

Greenfield, D & J. Thomerson. 1997. Fishes of the Continental Waters of Belize. University Press of Florida. Florida. 311 pags. USA.

Heck, K & L. Cowder. 1991. Habitat structure and predator-prey interactions in vegetated aquatic systems. Habitat Structure. The physical arrangement of objects in space. Edited by Bell, McCy and Mushinsky. Chapman and Hall. pag. 281-299 Great Britain.

Heck, K & R. Orth. 1980. Seagrass Habitats: The roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. Estuarine Perspectives. Academic Press Inc. 449-464. New York.

Heck, K. & G. Wetstone. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. Journal of Biogeography. Vol 4: 135-142. USA.

Killgore, K.; R. Morgan & N. Rybicki. 1989. Distribution and Abundance of fishes associated with submersed aquatic plants in the Potomac River. North American Journal of Fisheries Management. Vol. 9:101-111. USA.

Kihn, P. 2003. Comunicación Personal. Investigador de fauna silvestre del Centro de Estudios Conservacionistas. Guatemala.

Kihn, P.; S. Pérez; J. Morales; N. Castillo; F. Ramírez; E. Cano; R. García; J. Ordoñez; A. Higueros; M. Acevedo; F. Orton; C. Burgos; H. Enríquez; H. Piérola. 30 nov. 2001. Caracterización ecológica de los Biotopos Protegidos Chocon Machacas, Izabal y Cerro Cahuí, Petén. USAC. Centro de estudios conservacionistas. 118 pags. Guatemala.

Krebs, C. 1999. Ecological Methodology. 2<sup>nd</sup>. Edition. University of British Columbia. Addison Wesley Longman Inc. USA/Canada.

Lubbers, L.; W. Boynton & W. Kemp. 1990. Variations in structure of estuarine fish communities in relation to abundance of submersed vascular plants. Marine Ecology Progress Series. Vol. 65:1-14. Germany.

MacClellan, M. 1973. The organic matter budget and energy flow of a tropical lowland aquatic ecosystem. University of Florida. USA.

Méndez, C. 1999. Comunidad y Diversidad. Guatemala: Conap/USAC.

Microsoft Excel. Microsoft Inc. 2000.

Milton, S. 2001. Estadística para la Biología y Ciencias de la Salud. Mc Graw Hill Interamericana. 3a.Edición. Trad. Diego Delgado, Juan Llovet, Julian Martinez. 592 pags. España.

Morales, Julio. 24 Junio de 2003. Comunicación Personal. Encargado del Herbario del Centro de Estudios Conservacionistas. Guatemala.

Moreno, C. 1980. Métodos Para Medir la Biodiversidad. Centro de Investigaciones Biologicas. Universidad Atutonoma del Estado de Hidalgo, México.

Ogden, J. Faunal Relationships in Caribbean Seagrass Beds. Handbook of Seagrass biology an ecosystem perspective. Ed. R. Phillips, C.McRoy. USA.

Orth, R. 1992. A perspective on plant-animal interactions in seagrasses: physical and biological determinants influencing plant and animal abundance. Plant-animal interactions in Marine Benthos (ed. D.M.John, S.J. Hawkins and J.H. Price) Systematics Association Special Volume No. 46. Claredon Press Oxford. pp.147-164. USA.

Orth,R; R. Heck & J. van Montfrans. 1984. Faunal communities in seagrass beds: a review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. Estuaries. Vol 7 No.4<sup>a</sup> p. 339-350. USA.

Pelarck, R.; J. Timothy & R. Martinez. 2001. Guatemala strives for environmental and economic sustainability in the Rio Dulce region. Natural Resources Forum. No. 25. Pags 235-244. USA.

Pérez, F; K. Herrera; M. Martínez. 2003. Evaluación de los Métodos de Control de Hydrilla verticillata en el Sistema Hidrológico del Rio Polochic, Lago de Izabal, Rio Dulce. USAC/MAGA/Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. 41p. Guatemala.

Pérez, F. & Sola F. 1993. DIVERS. Programa para cálculo de los índices de diversidad. <http://perso.wanadoo.es/jp-l/descargas.htm>

Phillips, R & E. Menez. 1988. Seagrasses. Smithsonian contributions to the marine sciences. Number 34. Washington.

Pollard, D. A. 1984. A review of ecological studies on seagrass-fish communities, with particular reference to recent studies in Australia. Aquatic Botany No. 18 Elsevier Science Publishers B.V. pp: 3-42.

- Ponciano, I.; L. Villar; J. Godoy; B. Alquijay; F. Castro. 1980. Plan Maestro del Biotopo Chocón Machacas. INGUAT-USAC. 89 pags. Guatemala.
- Ponciano, I; J. Ramos; N. Ordóñez; L. Villar; L. Ruíz; J. Moreira; S. Lou; D. Scerovik. 2004. Borrador del Plan Maestro del Biotopo Chocón Machacas en elaboración. Pendiente de publicación. Guatemala.
- Robertson, A. & N. Duke. 1987. Mangroves as nursery sites: comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Marine Biology*. Vol. 96:193-205 Springer-Verlag.
- Romero, J. 1992. Estudio Geológico y Estratigráfico de la Cuenca del Lago de Izabal (Parte este). Guatemala.
- Rozas, L. & W. Odum. 1988. Occupation of submerged aquatic vegetation by fishes: testing the roles of food and refuge. *Oecologia*. Vol 77:101-106. USA.
- Rozas, L. & W. Odum. 1987. Fish and macrocrustacean use of submered plant beds in tidal frshwater marsh creeks. *Marine Ecology. Progress Series*. Vol. 38:101-108. Germany.
- Rozas, L & W. Odum. 1987. The role of submerged aquatic vegetation in influencing the abundance of nekton on contiguous tidal fresh-water marshes. Elsevier Science Publishers B.V. *Exp.Mar. Biol. Ecol*. Vol 114:289-300. USA.
- Salaverría, A. & M. Jolón. 2001. Análisis de las Poblaciones Pesqueras Demersales en el Golfete, Izabal. MAGA/UNIPESCA. Guatemala.
- Schneider,F. & K. Mann. 1991. Species specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. *Exp. Mar. Biol. Ecol*. VI 145, pp 119-139. Elsevier
- Stevenson, J. 1988. Comparative ecoogy of submersed grass beds in freshwater, estuarine and marne environments. *American Society of Limnolog and Oceanography, Inc*. Vol.3(4, part 2): 867-893.USA.
- Vásquez, C. 2000. Los Humedales de Guatemala. MUSHNAT/UICN. Guatemala.
- Villar, L. 1998. La Flora Silvestre de Guatemala. Editorial Universitaria. Universidad de San Carlos de Guatemala. 99 pags. Guatemala.

## **12. ANEXOS**



**Cuadro 9** Análisis de Varianza comparando la densidad de peces por m<sup>2</sup> capturada en este estudio de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 834.67                   | 5                         | 166.93                           | 0.44     | 0.82                | 2.53                        |
| Dentro de los grupos             | 11459.33                 | 30                        | 381.98                           |          |                     |                             |
| Total                            | 12294                    | 35                        |                                  |          |                     |                             |

**Cuadro 10** Análisis de varianza de la biomasa (g/m<sup>2</sup>) de *Vallisneria americana* obtenida de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

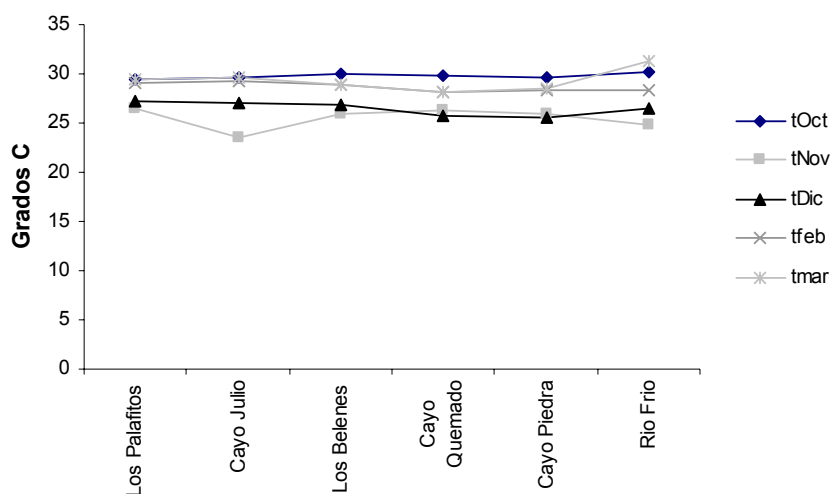
| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 11.09                    | 5                         | 2.22                             | 3.82     | 0.07                | 4.39                        |
| Dentro de los grupos             | 3.48                     | 6                         | 0.58                             |          |                     |                             |
| Total                            | 14.58                    | 11                        |                                  |          |                     |                             |

**Cuadro 11** Análisis de varianza de la biomasa (g/m<sup>2</sup>) de *Hydrilla verticillata* obtenida de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Valor crítico para F</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Entre grupos                     | 0.85                     | 1                         | 0.85                             | 3.76     | 0.08                | 4.96                        |
| Dentro de los grupos             | 2.26                     | 10                        | 0.23                             |          |                     |                             |
| Total                            | 3.11                     | 11                        |                                  |          |                     |                             |

**Cuadro 12** Análisis de varianza de la temperatura (°C) de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

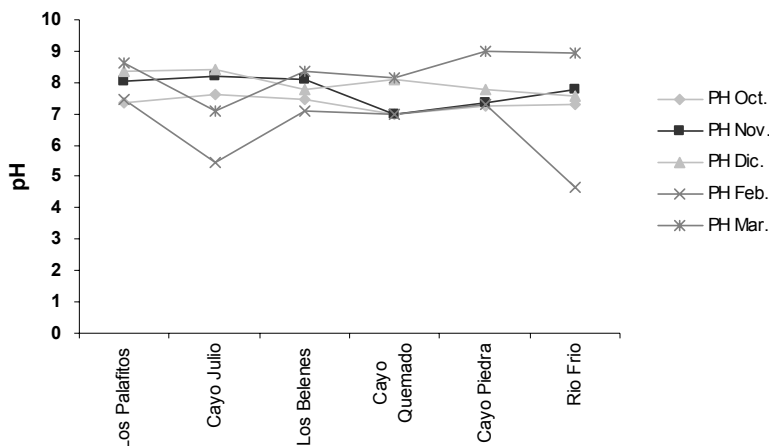
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F     | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 85.16             | 4                  | 21.29                     | 32.63 | 0.00         | 2.76                 |
| Dentro de los grupos      | 16.31             | 25                 | 0.65                      |       |              |                      |
| Total                     | 101.47            | 29                 |                           |       |              |                      |



**Figura 5** Diferencias de la temperatura (°C) de septiembre 2003 a marzo 2004.

**Cuadro 13** Análisis de varianza del pH de septiembre 2003 a marzo 2004.

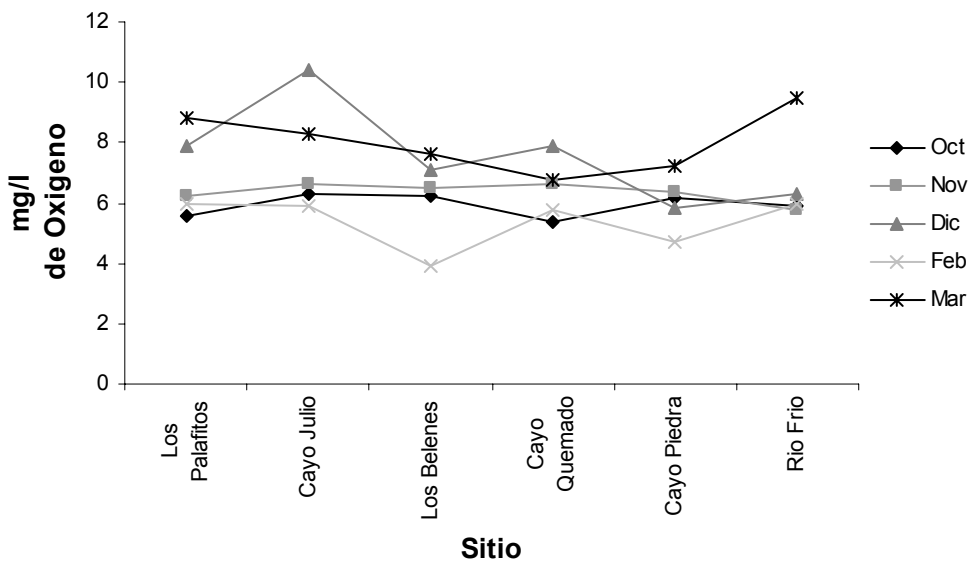
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F    | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------|--------------|----------------------|
| Entre grupos              | 12.58             | 4                  | 3.14                      | 7.01 | 0.00         | 2.76                 |
| Dentro de los grupos      | 11.21             | 25                 | 0.45                      |      |              |                      |
| Total                     | 23.79             | 29                 |                           |      |              |                      |



**Figura 6** Variaciones del pH de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

**Cuadro 14** Análisis de varianza de mg/l de oxígeno de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

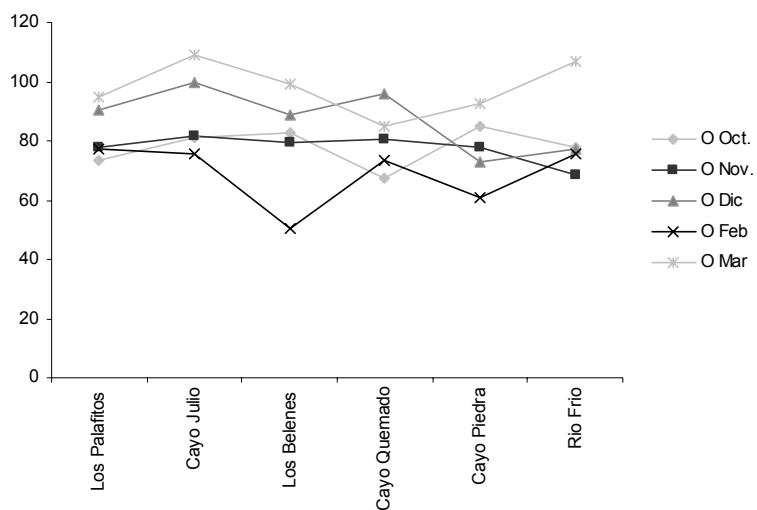
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F    | Probabilidad para F | Valor crítico |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|------|---------------------|---------------|
| Entre grupos              | 29.96             | 4                  | 7.49                      | 8.09 | 0.00                | 2.76          |
| Dentro de los grupos      | 23.14             | 25                 | 0.93                      |      |                     |               |
| <b>Total</b>              | <b>53.10</b>      | <b>29</b>          |                           |      |                     |               |



**Figura 7** Variaciones de los niveles de oxígeno de septiembre 2003 a marzo 2004.

**Cuadro 15** Análisis de varianza del ‰ de oxígeno a lo largo de los muestreos

| <i>Origen de las variaciones</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Grados de libertad</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i> | <i>Probabilidad para F</i> | <i>Valor crítico</i> |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|----------------------------|----------------------|
| Entre grupos                     | 2962.63                  | 4                         | 740.66                           | 9.81     | 0.00                       | 2.76                 |
| Dentro de los grupos             | 1886.87                  | 25                        | 75.47                            |          |                            |                      |
| Total                            | 4849.50                  | 29                        |                                  |          |                            |                      |

**Figura 8** Variaciones del porcentaje de oxígeno de septiembre 2003 a marzo 2004.

**Cuadro 16** Listado de especies capturadas a lo largo del muestreo de septiembre del 2003 a marzo del 2004.

| Orden              | Familia     | Nombre científico                | Nombre común                           |
|--------------------|-------------|----------------------------------|--|
| Clupeiformes       | Engraulidae | <i>Anchovia macrolepidota</i>    | anchoa                                 |
| Characiformes      | Characidae  | <i>Astyanax aeneus</i>           | pepesca, sardina                       |
| Characiformes      | Characidae  | <i>Hypessobrycon milleri</i>     | pepesquita                             |
| Siluriformes       | Pimelodidae | <i>Rhamdia guatemalensis</i>     | juilin, filin                          |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | <i>Carlhubbsia stuarti</i>       | pupo, tripón                           |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | <i>Gambusia luma</i>             | pupito                                 |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | <i>Phallichthys sp.</i>          | pupo                                   |
| Cyprinodontiformes | Poeciliidae | <i>Poecilia sp.</i>              | pupo                                   |
| Sygnathiformes     | Sygnathidae | <i>Microphis brachyurus</i>      | pez pipa                               |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Archocentrum spilurum</i>     | sacatera                               |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Asthaterox robertsoni</i>     | mojarra                                |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Cichlasoma spinosissimum</i>  | mojarrita                              |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Herichthys bocourti</i>       | mojarra                                |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Nandopsis salvini</i>         | guapotillo                             |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Oreochromis mossambicus</i>   | tilapia                                |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Parachromis managuense</i>    | guapote                                |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Torichthys aureum</i>         | lluvia de oro, mojarra                 |
| Perciformes        | Cichlidae   | <i>Vieja maculicauda</i>         | mojarra, chumbimba<br>vieja, dormilón, |
| Perciformes        | Eleotridae  | <i>Gobiomorus dormitor</i>       | guavina                                |
| Perciformes        | Eleotridae  | <i>Eleotris pictus</i>           | vieja                                  |
| Perciformes        | Gerreidae   | <i>Eucinostomus melanopterus</i> | palometa                               |
| Perciformes        | Gobiidae    | <i>Coryphopterus sp.</i>         | dormilón, chupapiedra                  |
| Perciformes        | Gobiidae    | <i>Microgobius sp.</i>           | dormilón, chupapiedra                  |

**Cuadro 17** Mediciones del nivel de El Lago de Izabal medidos por AMASURLI de Octubre del 2003 a Marzo del 2004.

| Día | Octubre | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
|-----|---------|-----------|-----------|-------|---------|-------|
| 1   |         | 1.46      | 1.34      |       | 1.16    | 1.19  |
| 2   |         | 1.49      | 1.34      |       | 1.22    | 1.16  |
| 3   |         | 1.46      | 1.34      |       | 1.22    | 1.22  |
| 4   |         | 1.46      | 1.34      |       | 1.22    | 1.19  |
| 5   |         | 1.43      | 1.34      | 1.24  | 1.19    | 1.19  |
| 6   |         | 1.4       |           | 1.25  | 1.16    |       |
| 7   |         | 1.52      |           | 1.22  | 1.16    |       |
| 8   |         |           | 1.28      | 1.22  | 1.16    | 1.19  |
| 9   |         |           | 1.28      | 1.25  | 1.16    | 1.16  |
| 10  |         |           | 1.29      |       | 1.22    | 1.16  |
| 11  |         | 1.6       | 1.28      |       | 1.24    | 1.19  |
| 12  |         | 1.68      | 1.28      | 1.28  | 1.25    | 1.19  |
| 13  |         | 1.71      | 1.28      | 1.27  | 1.25    | 1.19  |
| 14  |         | 1.71      | 1.31      | 1.28  |         | 1.19  |
| 15  |         | 1.66      |           | 1.28  |         | 1.22  |
| 16  |         | 1.71      | 1.24      | 1.28  | 1.22    | 1.25  |
| 17  |         | 1.71      | 1.22      | 1.31  | 1.22    | 1.25  |
| 18  |         | 1.66      |           | 1.31  | 1.22    | 1.28  |
| 19  |         | 1.62      |           |       |         |       |
| 20  |         | 1.62      |           | 1.28  |         | 1.31  |
| 21  |         | 1.59      |           | 1.24  |         |       |
| 22  |         |           |           | 1.22  | 1.25    | 1.31  |
| 23  |         |           | 1.19      | 1.22  | 1.28    | 1.31  |
| 24  |         | 1.44      | 1.19      |       | 1.28    | 1.4   |
| 25  |         | 1.39      | 1.16      |       | 1.28    | 1.41  |
| 26  |         | 1.37      | 1.16      | 1.22  | 1.22    | 1.41  |
| 27  |         | 1.34      | 1.16      | 1.22  |         |       |
| 28  | 1.52    | 1.34      | 1.14      | 1.23  |         |       |
| 29  | 1.52    |           | 1.25      | 1.13  |         | 1.25  |
| 30  | 1.52    |           | 1.25      | 1.15  |         | 1.25  |
| 31  | 1.52    |           | 1.22      | 1.16  |         | 1.25  |

**Cuadro 18** Valores de precipitación (mm) medidos por INSIVUMEH.

| Precipitación | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGO   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC   |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1990          | 255.7 | 93.9  | 317.9 | 271.1 | 220.0 | 245.2 | 351.2 | 657.2 | 354.6 | 213.9 | 659.3 | 495.5 |
| 1991          | 455.8 | 196.2 | 129.1 | 20.4  | 237.7 | 129.0 | 478.5 | 706.1 | 344.7 | 291.1 | 396.8 | 424.6 |
| 1992          | 224.5 | 112.1 | 157.1 | 211.9 | 339.0 | 241.0 | 390.4 | 29.1  | 641.1 | 488.6 | 382.8 | 445.2 |
| 1993          | 193.6 | 18.1  | 444.4 | 203.9 | 66.9  | 367.4 | 482.9 | 602.2 | 358.4 | 581.6 | 377.7 | 406.7 |
| 1994          | 201.6 | 56.2  | 59.6  | 87.8  | 292.2 | 175.3 | 340.5 | 302.6 | 705.9 | 152.8 | 303.5 | 474.9 |
| 1995          | 426.2 | 203.2 | 115.6 | 79.6  | 3.4   | 112.8 | 515.5 | 278.3 | 344.1 | 165.2 | 374.4 | 369.6 |
| 1996          | 131.1 | 130.7 | 137.8 | 297.1 | 365.4 | --    | 482.0 | 356.7 | 188.4 | 784.3 | 784.3 | 302.6 |
| 1997          | 280.1 | 179.9 | 108.2 | 68.6  | 310.5 | 177.1 | 631.6 | 874.7 | 400.0 | 153.0 | --    | 79.6  |
| 1998          | 245.8 | 3.9   | 163.3 | 154.8 | 18.3  | 145.6 | 473.9 | 380.2 | 82.4  | 720.7 | 546.0 | 288.3 |
| 1999          | 260.6 | 190.7 | 134.5 | 363.6 | 61.2  | 335.2 | 570.4 | 200.8 | 370.0 | 240.8 | 203.8 | 215.5 |
| 2000          | 365.5 | 183.4 | 123.2 | 58.5  | 384.0 | 369.5 | 525.7 | 430.5 | 294.6 | 746.2 | 452.0 | 321.4 |
| 2001          | 174.0 | 385.3 | 65.7  | 311.4 | 178.8 | 302.4 | 292.0 | 530.6 | 294.6 | 524.0 | 147.1 | 274.7 |
| 2002          | 106.7 | 204.4 | 103.6 | 94.7  | 221.3 | 282.7 | 468.1 | 287.6 | 177.2 | 220.9 | 507.8 | 389.4 |
| 2003          | 384.7 | 90.8  | 97.0  | 68.6  | 79.8  | 63.4  | 605.0 | 28.2  | 154.5 | 264.4 | 606.5 | 116.0 |

**Cuadro 19** Listado de especies reportadas para el área por Kihn *et al*(2001), Salaverria & Jolon (2001) y ARRIVILLAGA *et al* (2003).

**Megalopidae**

*Megalops atlanticus* Valenciennes

**Characidae**

*Brycon guatemalensis* Regan

*Astyanax aeneus* Günther.

**Ariidae**

*Catrorops aguadulce* (Meek)

*Ariopsis assimilis* (Günther).

*Potamarius izabalensi*

**Pimelodidae**

*Rhamdia guatemalensis* (Günther).

**Batrachoididae**

*Batrachoides gilberti* Meek & Hildebrand

**Poeciliidae**

*Poecilia mexicana*

*Xiphophorus* sp,

*Poeciliopsis* sp

**Atheriniidae**

*Atherinella* sp.

**Belonidae**

*Strongylura* sp.

**Centropomidae**

*Centropomus undecimalis* (Bloch)

**Carangidae**

*Caranx latus* Agassiz

**Gerreidae**

*Eugerres plumieri*(Cuvier)

*Eucinostomus* sp.

**Scianidae**

*Bardiella ronchus* (Cuvier)

**Cichlidae**

*Vieja maculicauda* (Regan).

*Archocentrum spilurum* (Günther).

*Astatheros robertsoni* (Regan).

*Parachromis managuense* (Günther).

*Thorichthys affine* (Günther).

*Thorichthys aureum* (Günther).

*Cichlasoma bocourti*

*Cichlasoma urophthalmus*

*Cichlasoma godmani*

*Cichlasoma motaguense*

**Eleotridae**

*Gobiomorus dormitor* Lacépède.

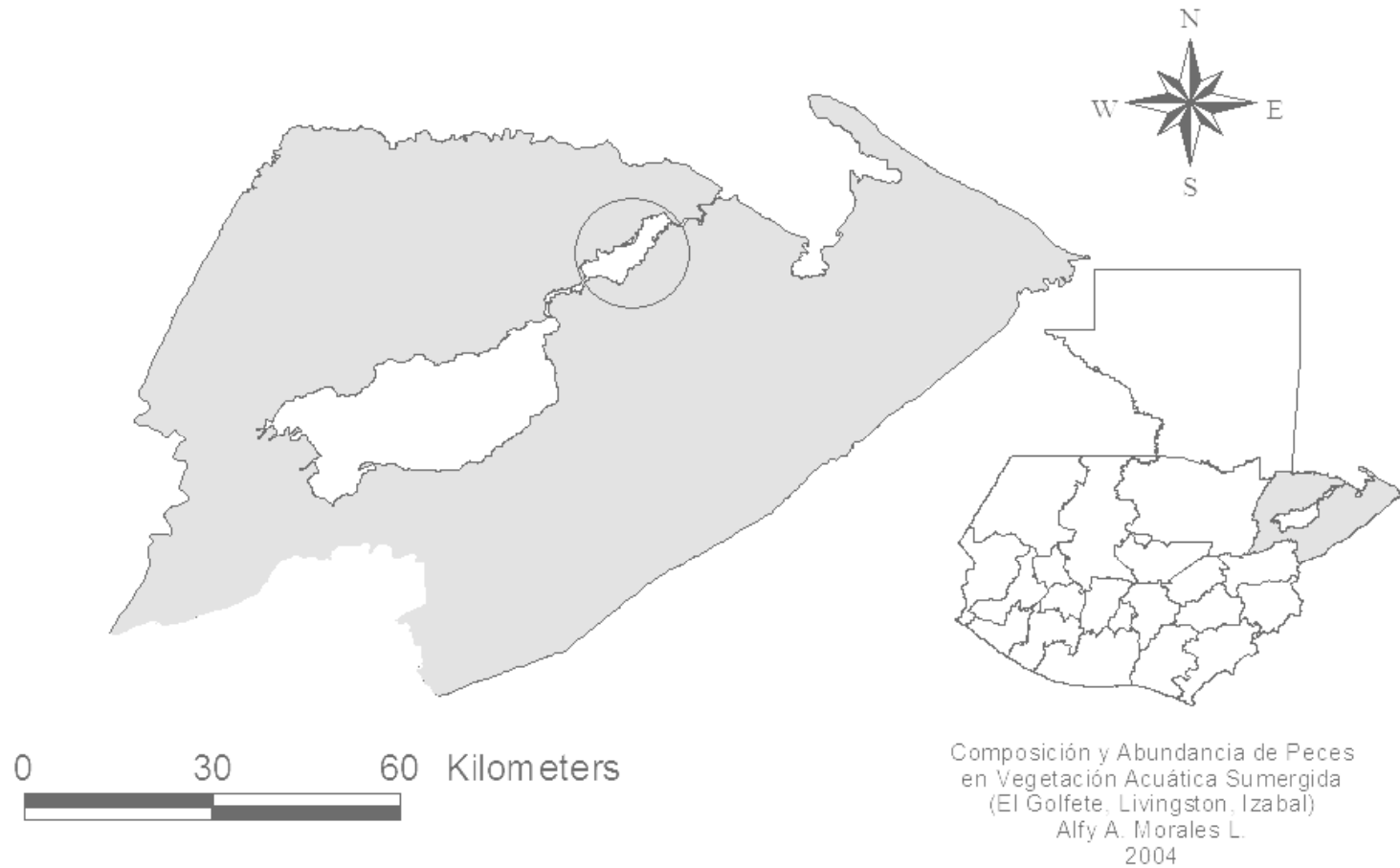
**Gobiidae**

*Ctenogobius pseudoasciatus* (Gilbert & Randall)

**Cynoglossidae**

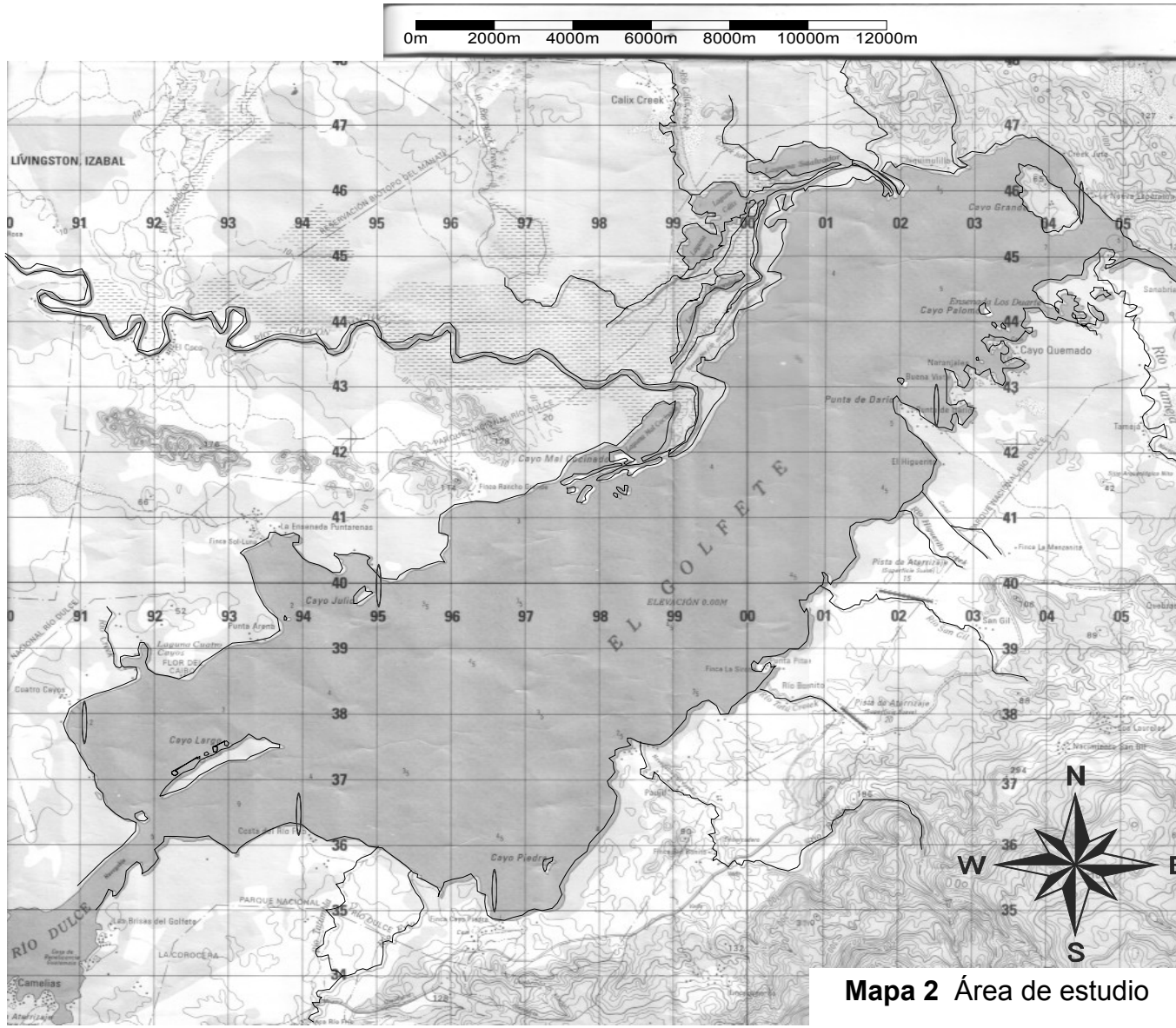
*Symphurus plagusia*

## El Golfete, Livingston, Izabal Guatemala

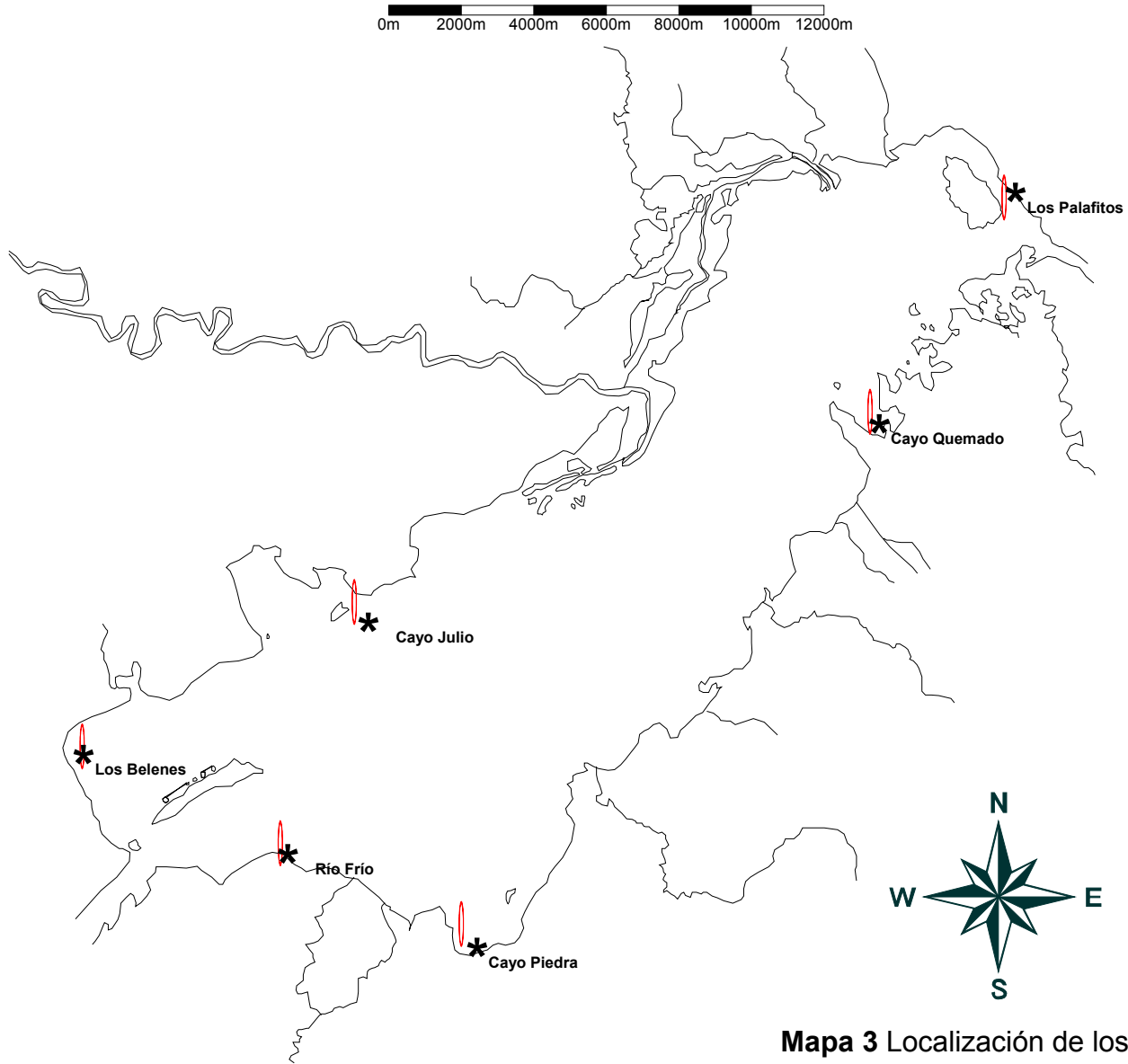


**Mapa 1** Localización del Área de Estudio.





Mapa 2 Área de estudio



**Mapa 3** Localización de los sitios de muestreo