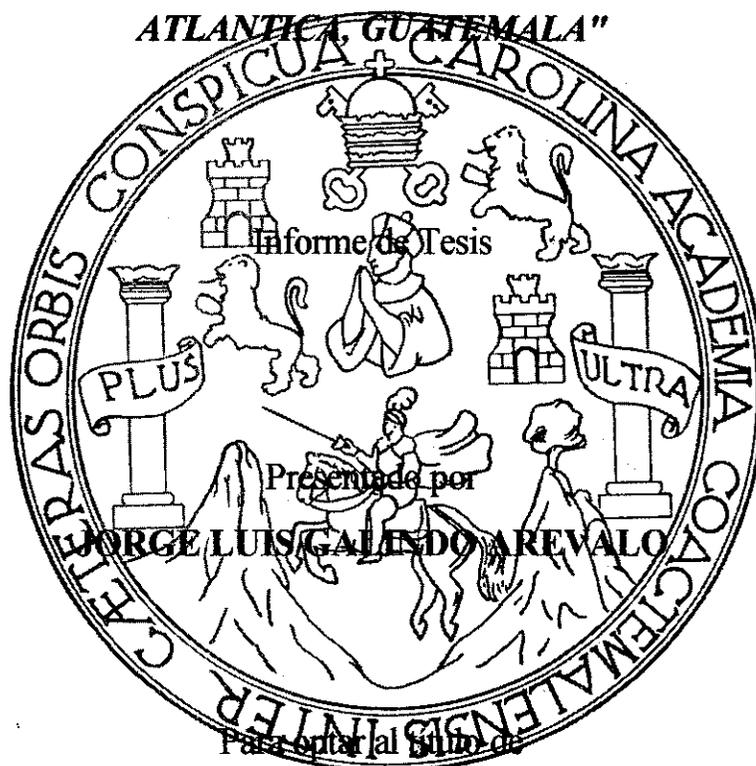


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**"VARIACION DIA/NOCHE EN LA COMPOSICION Y ABUNDANCIA  
DE PECES ASOCIADOS A PASTOS MARINOS EN LA COSTA  
ATLANTICA, GUATEMALA"**



**BIOLOGO**

**PROGRAMA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**Biblioteca Central**

Guatemala, Noviembre de 1996.

R  
06  
7(1633)  
C.3

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

DECANO: Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar

SECRETARIO: Lic. Oscar Federico Nave Herrera

VOCAL I: Lic. Miguel Angel Herrera Gálvez

VOCAL II: Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán

VOCAL III: Lic. Rodrigo Herrera San José

VOCAL IV: Br. Ana María Rodas Cardona

VOCAL V: Br. Hayro Oswaldo García García

## **DEDICATORIA**

A DIOS, por su compañía, apoyo y fortaleza que ha iluminado cada paso de mi vida.

A MIS PADRES, José María Galindo y Amada Virginia Arévalo por todo su apoyo, paciencia y comprensión.

A MIS HERMANOS, José Yovany y Daniel Eduardo, por su amor fraternal.

A MI SOBRINO Y AHIJADO, José Miguel con mucho cariño.

A MI ABUELA, María Luisa Soto Vda. de Galindo, con afecto profundo.

A MI FAMILIA EN GENERAL, especialmente a Consuelo, José Efraín e Ismael Arévalo

A ANA VILMA ESCOBEDO, por su apoyo incondicional en todo momento.

A MIS COMPAÑEROS de la Junta Directiva Directiva y Ejecutiva de AEQ 92-93, con aprecio especial.

A LOS HONORABLES MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA 94-95, Fac. de Farmacia, con aprecio y respeto.

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y AMIGOS EN GENERAL, particularmente a Herbert García, Nelson Tavico, Hayro García, Fernando Guzmán, Karla Villalta, Karla Elgueta, Franz Barrios, Miguel De Dios, Raquel Siguenza, Erick Martínez, Mynor Hernández, Rosita Mutzus, Cecilia Barrientos, María García, Jorge Luis Gramajo y compañeros de trabajo, por su compañía y amistad en las buenas y las malas.

A TODOS los estudiantes de los cursos del departamento de Biología General, a quienes impartí laboratorios durante mi trayectoria como ayudante de cátedra, con mucho afecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad de San Carlos de Guatemala**, por darme la oportunidad de egresar orgullosamente como profesional.

**A Wildlife Conservation Society y Coastal Fisheries Institute, Louisiana State University**, instituciones que financiaron y ejecutaron respectivamente, el proyecto "Ecology and conservation of seagrass bed fishes and macroinvertebrates on Guatemala's Atlantic coast" del cual forma parte esta investigación.

**A Alejandro Arrivillaga y Donald Baltz**, por su apoyo en la ejecución de la investigación.

**A Roberto Argueta, Manuel Jordán y Mario Quinto**, por su colaboración durante el trabajo de campo.

**A Mynor Hernández** por asesoría en la estructuración del informe y análisis del diseño estadístico.

**A Enrique Corzantes** por su apoyo en el manejo del programa SAS, del Centro de Cómputo de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

**A Evelyn Rodas y Luis Franco**, por su apoyo en la estructuración del informe final de este trabajo.

**A Alfonso Arrivillaga**, por su ayuda desinteresada y facilitar el uso de su buzón del correo electrónico.

**A las Autoridades de la Facultad de Humanidades** por su apoyo y asesoría para que este trabajo quedara plasmado para su divulgación.

## INDICE

<b>1. RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCION</b> .....	<b>2</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b> .....	<b>3</b>
<b>4. JUSTIFICACIONES</b> .....	<b>8</b>
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
5.1. GENERALES:.....	9
5.2. ESPECIFICOS:.....	9
<b>6. HIPOTESIS</b> .....	<b>10</b>
<b>7. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>11</b>
7.1. UNIVERSO DE TRABAJO:.....	11
7.1.1. Población.....	11
7.1.2. Muestra.....	11
7.2. MEDIOS:.....	11
7.2.1. Recursos Humanos.....	11
7.2.2. Recursos Materiales:.....	11
7.3. METODOS:.....	13
7.3.1. Trabajo de campo.....	13
7.3.2. Diseño Estadístico.....	14
<b>8. RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
8.1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:.....	16
8.2. ABUNDANCIA.....	16
8.2.1. Densidad:.....	17
8.2.2. Número Especies por muestra:.....	19
8.2.3. Diversidad (H'):.....	21
8.3. COMPOSICION:.....	23
<b>9. DISCUSION</b> .....	<b>26</b>
9.1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:.....	26
9.2. ABUNDANCIA.....	26
9.2.1. Densidad (Número de peces / m2):.....	26
9.2.2. Número de Especies / Muestra:.....	26
9.2.3. Diversidad:.....	27
9.3. COMPOSICION:.....	27
<b>10. CONCLUSIONES</b> .....	<b>29</b>
<b>11. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>12. REFERENCIAS</b> .....	<b>31</b>
<b>13. ANEXOS</b> .....	<b>34</b>

## 1. RESUMEN

Se compararon colectas diurnas y nocturnas para establecer si existe variación en la abundancia y composición de peces asociados a pastos marinos (*Thalassia testudinum*) de la Bahía La Graciosa en la costa Atlántica de Guatemala. Además del factor tiempo (día/noche), también se consideró la presencia o ausencia de pastos y el tipo de sustrato (lodo/arena). En los tres casos se trataron los diferentes niveles de interacción factorial. El método de muestreo utilizado fué el Cilindro Muestrador (Drop Sampler) el cual permite efectuar capturas instantáneas de fauna asociada a vegetación sumergida y emergente, en un área cuantificable (1.18 m<sup>2</sup>) y a bajas profundidades, produciendo estimaciones numéricas muy acertadas.

De un total de 32 muestreos divididos equitativamente entre el día y la noche. En cada estación se tomaron datos de los principales parámetros físico-químicos del agua (Temperatura, Salinidad, Oxígeno, Velocidad de corriente y Turbidez) los cuales no variaron significativamente entre el día y la noche, a excepción del Oxígeno, el cual presentó un aumento en su concentración durante el día. La abundancia se estimó en función de: Número de peces /m<sup>2</sup>, Número de Especies por estación y Diversidad. Para la composición se compararon las especies presentes en el día, noche y entre ambas. El modelo general del Análisis multifactorial para todas las interacciones que hubo entre los factores tiempo, cobertura de pasto y tipo de sustrato, no estableció diferencia significativa en relación a la abundancia y composición de peces.

De todas las estaciones se obtuvo un total de 17 especies de peces asociadas a las praderas de pasto marino, a excepción de *Dactyloscopus tridigitatus* el cual permanece enterrado en la arena y en ausencia de pastos.

Las especies presentes únicamente durante el día fueron *Lophogobius cyprinoides*, *Archosargus rhomboidalis*, *Batrachoides manglae*, *Corythoichthys brachycephalus*, *Cryptotomus roseus*, *Serranus flaviventris*, *Gymnachirus mela*. Exclusivamente durante la noche estuvieron presentes *Atherinomorus stipes*, *Strongylura notata*, *Halichoeres vivittatus*, *Malacoctenus aurolineatus*, Moringuidae Sp.1 y Batrachoididae Sp1. Las especies que estuvieron presentes tanto en el día como en la noche fueron *Eucinostomus argenteus*, *Paraclinus fasciatus*, *Eucinostomus gula*, *Dactyloscopus tridigitatus*. Las especies más abundantes fueron *Eucinostomus argenteus* con un total de 64 en el día y 53 en la noche, y *Lophogobius cyprinoides* con 22 en el día y 8 en la noche. Las variaciones en la composición de especies entre el día y la noche no fueron significativas.

Los resultados de este estudio confirman el valor de los habitats de pasto marino, los cuales proveen un habitat constante con mínimas variaciones, sirviendo de refugio y criadero de peces.

## 2. INTRODUCCION

La costa atlántica de Guatemala abarca una pequeña franja de litoral (148 Km), la cual es considerada de alta productividad y gran diversidad de fauna. Esto ha permitido el desarrollo de la pesca tanto a nivel artesanal como comercial, a pequeña y mediana escala. Una gran parte de la costa caribe la forma la Bahía de Amatique que, además del bello paisaje y la tranquilidad de sus aguas, presenta características ambientales muy particulares y recursos que juegan un papel de vital importancia en el mantenimiento de procesos ecológicos. Uno de estos recursos son los pastos marinos, los cuales se distribuyen a lo largo del litoral y áreas de poca profundidad, siendo mayor su presencia en la Bahía La Graciosa, la cual alberga extensas praderas de pasto marino. Últimamente se han realizado estudios sobre su distribución e importancia ecológica, ya que albergan y proveen hábitat, alimento y protección a varias especies de peces, crustáceos y moluscos, así como a tortugas y mamíferos marinos, los cuales pueden observarse recorriendo las praderas de pasto en busca de alimento. La importancia de los pastos marinos incluye el mantenimiento y crianza de especies importantes que son utilizadas como recurso alimenticio por poblaciones de los alrededores. Sin embargo esta asociación de recursos se encuentra actualmente bajo amenaza debido a contaminación y degradación del hábitat. Como contribución al estudio de la ecología de los pastos marinos y organismos asociados, se realizó una comparación de la composición y abundancia de peces en áreas de pastos marinos, entre el día y la noche, así como, también de los parámetros físicos y químicos en dichas áreas. Con el análisis de los resultados se determinó que no existen diferencias en el patrón de utilización de áreas de pastos marinos por peces, entre el día y la noche.

### 3. ANTECEDENTES

La costa Atlántica de Guatemala abarca una extensión de 148 Kilómetros. Esta incluida en su mayor parte en la Bahía de Amatique, la cual, a su vez posee pequeñas bahías. La Bahía de Santo Tomas de Castilla se encuentra al sur y la bahía de La Graciosa al Noreste. La profundidad máxima es de cinco metros en la Bahía La Graciosa y de 35 m en la bahía de Amatique (1). A diferencia del Pacífico de Guatemala, el cual es considerado de poca diversidad y bajo contenido de nutrientes (2); la costa Caribe, junto con el Lago de Izabal poseen el mayor potencial pesquero del país, con una alta productividad primaria (3). En el Atlántico de Guatemala se encuentran aproximadamente 100 especies de peces, sobresaliendo por su valor comercial, el tiburón, robalo, bagres, pargo, jurel, lisa, palometa, sábalo, mero, pez espada, mantaraya, colorado, curvina, barracuda, quinoa, pampano y cacabel (4; Manuel Jordan, pescador, Ent. Pers.1994). El área objeto de esta investigación, fué Bahía La Graciosa, cuya ubicación en la República de Guatemala y Costa Atlántica se muestra en la Figura N° 1 en Anexos.

La Bahía de La Graciosa, se encuentra ubicada en el Departamento de Izabal (Ver Figura N° 2 en Anexos), entre los paralelos 15° 50' 10" y 15° 52' 35" latitud norte y los meridianos 88° 29' 27" y 88° 33' 50" longitud oeste (5). Es considerada como parte del área de Protección Especial "Península de Punta de Manabique", por medio del Decreto Ley 4-89, Ley de Areas Protegidas (6,7), la cual posee una extensión de 1,393 Km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales 449 Km<sup>2</sup> son de superficie terrestre y 944 Km<sup>2</sup> marítima. La Bahía se encuentra bordeada por manglares homogéneos de las especies *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Avicennia germinans* (mangle negro) y en el fondo de sus aguas sobresale una densa pradera de pastos marinos. Estas plantas vasculares ocupan habitats de aguas poco profundas en ambientes salinos diversos. El más común y dominante en el área de la Bahía La Graciosa es el pasto de tortuga, *Thalassia testudinum* (8). Otras especies de pastos marinos como *Halodule wrightii* y *Syringodium filiforme*, se presentan en menor cantidad (5, 8).

Bahía La Graciosa pertenece a la región fisiográfica de la Depresión del Motagua (9,10) y a la zona de vida **Bosque muy húmedo Tropical** (10,11). Los suelos son del tipo Suelos Manabique (5). Presenta una precipitación media anual de 3216 mm y temperatura media mensual entre 22.8 y 29.6°C (12). La marea es de tipo semidiurna con rangos promedio de 0.1 a 0.5 m en baja mar y pleamar respectivamente (9)

La pesca en la región es, en su mayoría, de tipo artesanal y se realiza principalmente dentro de la Bahía La Graciosa y en Punta de Manabique (9). La actividad pesquera en esta zona es principal o secundaria para el 85% de la población (13). La principal especie de pez que se explota es la manjúa o sardina (*Anchoa mitchilli*), la cual es capturada con chinchorro y procesada en seco-salado (8). Otras especies que se explotan

son: sierras (*Scomberomorus sp.*), barracuda (*Sphyraena sp.*), vaca (*Bagre marinus*), jurel (*Caranx sp.*), picuda o agujeta (*Strongylura sp.*), pargo (*Lutjanus sp.*), robálo (*Centropomus sp.*), guapote, (*Cichlasoma sp.*), chumbimba (*Cichlasoma maculicauda*), cahuacha (*Diapterus plumieri*) y algunas especies de tiburón (1,5).

La región de la Bahía La Graciosa posee un alto valor paisajístico debido a la presencia de bosque manglar y de su asociación con las praderas de pasto marino; además del potencial valor ecoturístico dado por esta asociación, también representa un hábitat crítico para diversas especies de peces, crustáceos y moluscos, la mayoría de notable valor pesquero (10).

La distribución espacial de los pastos marinos refleja claramente patrones de circulación, transparencia del agua y gradientes de salinidad (14). Los pastos marinos han sido reconocidos como ecosistemas de extrema productividad y valiosos recursos de áreas costeras, debido a que sostienen una alta diversidad de vida silvestre, son áreas de reproducción críticas para peces, camarones y cangrejos, además sostienen a adultos que se alimentan de la rica y variada fauna que se da en estos lugares (15).

Los pastos marinos del Caribe, son el único alimento para consumidores directos de sus hojas, incluyendo erizos de mar, conchas, cangrejos, peces y tortugas. Entre los peces herbívoros, determinados mediante análisis de contenido estomacal, se han reportado aproximadamente 30 especies, la mayoría representantes de las familias Scaridae, Acanthuridae, Sparidae y Hemiramphidae (16). Las interacciones de peces de pastos marinos, aspectos como las estructuras de las comunidades, autoecología, relaciones tróficas, requerimientos por refugio y cambios temporales en las relaciones pez-pasto marino, deben ser considerados como importantes líneas de investigación (17).

Los peces asociados a pastos marinos son en su mayoría individuos juveniles. Debido a ello, los pastos marinos han sido identificados como habitats para la crianza de muchas especies marinas, incluyendo especies de peces comercialmente importantes (8, 18, 19).

En aguas poco profundas, los pastos marinos proveen de protección a peces, los que después de alcanzar un estadio crítico, se mueven a otros habitats. (8). El valor de los pastos marinos como criadero de peces esta basado primordialmente en la provisión de refugio de los depredadores para peces pequeños. La presencia de alimento abundante, en forma de fauna macrobentica, es también muy importante (17). Otras hipótesis han sido sugeridas para explicar la abundancia y diversidad de las comunidades de fauna de pastos marinos, incluyendo la complejidad del hábitat, efectos hidrodinámicos en la provisión de larvas, y sustratos estables (8). La reducción de la mortalidad por predación debido al mejor refugio provisto por pastos marinos, ha sido identificado como un componente importante en la determinación de la abundancia de peces (20).

Por otra parte, los pastos marinos son relativamente poco importantes como habitats de desove para peces no residentes (21). Las comunidades de pasto marino puede tener estrecha relación con comunidades circundantes, tales como, los arrecifes de coral y los manglares, presentando muchas interconexiones. Debido a este fenómeno los lechos de pasto marino se consideran como sistemas abiertos, en los que la productividad de sus plantas es exportada en varias direcciones (21). Los peces asociados con lechos de *Thalassia* en el Caribe forman un grupo altamente móvil desplazándose entre los arrecifes, manglares y pastos marinos en un ciclo continuo (15).

Residentes permanentes de pasto marino incluyen peces loro (Scaridae), peces navaja, peces cirujano (Acanthuridae), pipa (Sparidae) y agujas (Hemiramphidae). Grandes depredadores como barracudas, macarelas y gatos son frecuentemente vistos capturando peces pequeños. Debido a la depredación, el tamaño de los peces en los pastos marinos se restringe a aquellos lo suficientemente pequeños para esconderse en las hojas del pasto y aquellos demasiado grandes para servir como presa. Otros carnívoros viajan largas distancias desde los arrecifes a los lechos de pasto marino por la noche para alimentarse (16).

Respecto a la utilización de sustrato, peces juveniles de varias especies y algunos adultos de otras, comunmente se hayan en aguas poco profundas con sustratos arenosos, lechos de pasto marino extensos y bancos de ostras dispersos (22).

En lo que se refiere a patrones de utilización del habitat en el día y la noche, y el nivel del agua (marea y corrientes) se tiene poca información. La diversidad y abundancia de peces asociados a pastos marinos aumenta durante la noche (23). Algunos trabajos sobre lechos de pasto marino en la Bahía de Florida (24), demuestran que cambios en las condiciones de Oxígeno, salinidad, temperatura y la ausencia de luz, pueden provocar diferencias en la composición de peces en el día y la noche. Durante la noche especies como *Arius felis*, *Mugil gyrans*, *Opisthonema oglinum*, *Harengula jaguana*, *Elops saurus*, *Lutjanus griseus* y *Bairdiella chrysoura* se observan en pastos marinos en la Bahía de Florida. Entre las especies de comportamiento netamente diurno se incluyen *Eucinostomus gula*, *Lagodon rhomboides* y *Mugil cephalus*. Otras especies como *Strongylura notata* y *Mugil curema* muestran patrones inconcistentes. Trabajos previos indican una posible relación entre la disponibilidad de la presa en el día y el nivel de la marea como parte importante en el ciclo de utilización del habitat por parte de los peces. Estos ciclos influyen también en la patrones de actividad en los depredadores de estos peces (24).

El despliegue de los ritmos de actividad día-noche, se atribuyen a patrones de comportamiento en la alimentación (25,26). Estudios efectuados en la década de los años setenta, demuestran un cambio en la composición de las especies entre el día y la noche que ocurre en habitats de arrecifes de coral de regiones tropicales y en lechos de pasto marino tropical, con la presencia de un período "muerto o de transición" que muestra una actividad total baja, separando la aparición de componentes diurnos y nocturnos (20). Sin

embargo, una investigación publicada en 1987 por Sogar et.al, 1989 (24), afirma que no existe un cambio claro en la composición de peces en relación a los cambios del día y la noche, así como, no se identifica el período de transición que separa la actividad del día y la noche descrito para peces de arrecife de coral. En contraste, en los pastos marinos existe un incremento general en la actividad de los peces en el alba y en el crepúsculo.(24).

El forraje nocturno resulta importante para la composición de la columna acuática de peces que ocurre en la Bahía de Florida. El patrón observado por la mayoría de peces nocturnos, representados por *Arius felis*, es un incremento en la actividad en horas tempranas de la noche con un descenso gradual hasta el alba, lo cual sugiere que el pez se mueve rápidamente dentro de las praderas de pasto marino en el crepúsculo y los abandona gradualmente durante el resto de la noche (24).

Estudios en el Golfo de Nicoya no han encontrado diferencia significativa con respecto a la variación día/noche y mensual sobre la abundancia y composición de las poblaciones de peces litorales. La única diferencia significativa se dió entre los hábitats de manglar (mayor) y la playa en cuanto a números, pudiendo influir de alguna manera también los cambios de salinidad en la época seca (aumento); sin embargo, a pesar de estas diferencias, la diversidad  $H'$  varió muy poco (28).

Información proporcionada por pescadores locales y a través de observaciones personales en el área de la Bahía La Graciosa, la actividad pesquera, principalmente de tipo artesanal, se realiza tanto durante el día como en gran parte de la noche. Se pueden observar constantemente pequeñas embarcaciones utilizando anzuelos, chinchorros y trasmallos, especialmente en las orillas y áreas de poca profundidad. Los peces que se explotan dentro de la bahía son entre otros: colorado, curvina, quinoa, jurel, sierra, bagre, pampano, cubera, cacabel, barracuda, mojarra, robalo, palometa y picuda. Durante la noche se obtienen generalmente las mismas especies, además de guasa, sabalo, tiburón, pez erizo, morenas y otros de poco valor alimenticio o comercial (Manuel Jordan, pescador).

La investigación ictiológica regional en ecosistemas de pasto marino ha sido dirigida primariamente al norte del Golfo de México y principalmente en la región de la Bahía Apalachee (19,29). Recientemente se han desarrollado investigaciones de este tipo en la Laguna de Terminos y el resto del Golfo de México (30). Sin embargo, la ictiofauna de pastos marinos de las regiones tropicales y subtropicales han recibido poco estudio. La literatura disponible en relación a las asociaciones de peces de pasto marino tropicales y subtropicales no es adecuada para una evaluación cuantitativa, pero esta revela modelos de distribución zoogeográfica y hace posible alguna predicción de la ocurrencia de las especies en los ecosistemas de pasto marino (19).

Investigaciones más recientes (8) han desarrollado una metodología que incluye técnicas activas para efectuar capturas instantaneas sobre un área cuantificable,

produciendo estimaciones numericas más acertadas. Uno de los métodos más exactos en estudios de la fauna sobre vegetación sumergida y emergente, a bajas profundidades, es el "Drop Sampler" (cilindro muestreador). Esta metodología cuantitativa, con estimaciones basadas en área, permite generar estudios de base para futuras evaluaciones de impacto sobre los ecosistemas de pasto marino (8,31). La descripción del drop sampler y su utilización se detallan en el capítulo de materiales y métodos.

Los pastos marinos y su fauna asociada, actualmente se encuentran bajo amenazas combinadas de la contaminación y la degradación del hábitat. Las actividades humanas en la zona costera, tales como el desarrollo agrícola, urbano y turístico, amenazan el frágil balance de estos ecosistemas. Para conservar la estructura natural de estas áreas, se debe entender su complejidad y las relaciones entre los lechos de pasto marino y sus faunas, así mismo es necesario evaluar la condición actual de los mismos en la región (8). También se ha percibido la necesidad de desarrollar metodologías cuantitativas para la evaluaciones de impacto ambiental de tales actividades sobre el medio ambiente costero (15).

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

#### 4. JUSTIFICACIONES

Tanto en la Bahía de de La Graciosa como en sus alrededores, actualmente se encuentran en planificación proyectos de desarrollo, los cuales no consideran particularmente la conservación de los pastos marinos y desconocen los efectos ecológicos adversos para el área. El dragado y la explotación de minas de arena en la bahía, el flujo de drenajes, así como el aumento del tránsito acuático y actividades de turismo, amenazan seriamente los lechos de pasto marino. Cambios que lleven al declinamiento o desaparición de este recurso darán como resultado una grave e irreversible alteración en los ecosistemas costero-marinos. El proyecto "Ecology and conservation of seagrass bed fishes and macroinvertebrates on Guatemala's Atlantic coast" a cargo de los investigadores Alejandro Arrivillaga y Donald Baltz, patrocinado por Wildlife Conservation Society (WCS), a través de la Universidad Estatal de Louisiana (LSU), afirma la necesidad de evaluar la condición actual de las praderas de pasto marino en regiones tropicales, especialmente en la Bahía La Graciosa y desarrollar metodologías cuantitativas para evaluar el impacto ambiental de las actividades anteriormente mencionadas. Esta evaluación permitirá elaborar estrategias de manejo sobre este recurso, mediante la generación de información base que afirme la importancia de los ecosistemas de pasto marino y su fauna asociada, antes de que el daño sea irreversible.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1. GENERALES:

- 5.1.1 Determinar si existe variación en la composición y abundancia de peces asociados a pastos marinos, entre el día y la noche.
- 5.1.2 Proveer información que apoye el manejo y conservación de áreas en donde existen las praderas de pasto marino y que funcionan como criaderos naturales de peces.

### 5.2. ESPECIFICOS:

- 5.2.1 Determinar comparativamente la composición y abundancia de peces asociados a pastos marinos, entre el día y la noche.
- 5.2.2 Establecer la influencia de los parámetros físico-químicos del agua en los patrones de composición y abundancia de especies, entre el día y la noche.

## 6. HIPOTESIS

Ho: La abundancia y composición de peces asociados a pastos marinos, es igual entre el día y la noche.

Ha: La abundancia y composición de peces asociados a pastos marinos, varían significativamente entre el día y la noche.

## **7. MATERIALES Y METODOS**

### **7.1. UNIVERSO DE TRABAJO:**

#### **7.1.1. Población**

Peces que habitan el área de la Bahía La Graciosa, especialmente en áreas cubiertas de pasto marino y de profundidades menores a 1 metro.

#### **7.1.2. Muestra**

Un total de 32 colectas (muestras) cuantitativas de peces, siendo 16 estaciones durante el día y las otras 16 durante la noche.

En la muestra fueron tomados en cuenta también, factores como la cobertura de pastos, determinado por la ausencia (0-50%) y presencia (60-100%) y el tipo de sustrato, siendo los dos tipos de sustrato lodo y arena. Para cada combinación de tratamiento tiempo-pastos-sustrato se aseguró al menos tres repeticiones, obteniendo en algunos casos un máximo de seis repeticiones. Las áreas sin cobertura de pasto estuvieron siempre cercanas a la praderas de pasto marino. El sustrato con lodo representó la parte interna de la bahía, mientras el sustrato de arena se presentó en la entrada de la misma

### **7.2. MEDIOS:**

#### **7.2.1. Recursos Humanos**

- Jorge Luis Galindo, Investigador del trabajo de tesis
- Alejandro Arrivillaga, Asesor del trabajo de tesis
- Donald Baltz, Investigador LSU / WCS
- Asistente de campo
- Lancharo

#### **7.2.2. Recursos Materiales:**

- **Equipo:**

- Medidores de temperatura, oxígeno disuelto, salinidad, velocidad de corriente, turbidez:

Flow velocity meter - Model PVM-2, Montedoro.

Oxygen meter - YSI Model 57  
S-C-T meter - YSI Model 33  
Portable Nephelometer - Model 21 DE, Monitek

- Net o red para captura de peces de 5" y 15"
- Computadora Personal con Hojas Electrónicas y programa "SAS".  
Universidad de Louisiana (LSU) y Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, USAC.
- Cámara fotográfica

• **Reactivos:**

- Alcohol etílico al 90%
- Formalina al 10%
- Agua destilada
- Rotenona en polvo, en suspensión de 100 c.c. en agua de mar.

• **Materiales:**

- Libreta de campo impermeable
- Guías de campo para identificación de peces
- Mapas y hojas cartográficas
- Frascos de 500 ml con tapa de rosca
- Frascos pequeños (25-50ml)
- Bolsas plásticas con cierre hermético (1 - 2 oz, 1 lb).
- Pinzas
- Marcadores indelebles y lapices
- Alambre de amarre
- Rollos de película y diapositivas
- Gasolina para vehículo y lancha
- Batería para los aparatos medidores.

• **Vehículos:**

- Vehículo tipo panel
- Lancha tipo tiburonera con 2 motores de 50 Hp.

Todo el equipo y reactivos utilizados provienen del proyecto "Ecology and conservation of seagrass bed fishes and macroinvertebrates on Guatemala's Atlantic coast", patrocinado por Wildlife Conservation Society -WCS- y la Universidad Estatal de Louisiana (LSU).

### **7.3. METODOS:**

#### **7.3.1. Trabajo de campo**

El diseño e implementación de esta investigación, la cual forma parte del proyecto antes mencionado (5), incluyó el uso de una metodología nueva para la captura de peces y macroinvertebrados, mediante la utilización de un cilindro muestreador de poco volumen, con paredes de plexiglas transparente y base de acero inoxidable ( ver Fotografías A y B).

Con el cilindro muestreador de poco volumen o "*drop sampler*" (nombre original en inglés), se realizaron muestreos cuantitativos intensivos, permitiendo caracterizar las respuestas de la población a gradientes ambientales con un impacto mínimo sobre el ambiente (8). Debido al reducido tamaño del muestreador (1.18 m<sup>2</sup> de área), un número relativamente pequeño de muestras, así como el hecho que las muestras principalmente estaban compuestas de etapas primarias de vida que tienen alta mortalidad natural, los efectos negativos del muestreo fueron mínimos y con un mínimo impacto en la población adulta.

Dentro de las técnicas para el muestreo de organismos en pastos marinos, las técnicas activas, que no dependen del comportamiento del organismo, son capaces de efectuar capturas instantáneas sobre un área cuantificable, produciendo estimaciones numéricas más acertadas. Muestreadores como el "Drop Sampler" han sido identificados como los métodos más exactos en estudios de la fauna sobre vegetación sumergida y emergente, a bajas profundidades; además, permite generar estudios de base para futuras evaluaciones de impacto (8,31).

A diferencia de otras técnicas de muestreo (atarraya, chinchorro, trasmayo) con un margen de error considerable; el cilindro muestreador, por su claridad y transparencia reduce el riesgo de ser notado, por lo tanto la evasión y huida de los peces es casi nula y permite describir cuantitativamente la composición, abundancia y diversidad de especies de peces asociados a pastos marinos.

Sitios cubiertos de pasto marino, con profundidades de menos de 1.3 m, distribuidos a lo largo de la Bahía La Graciosa, fueron muestreados intensivamente por duplicado (día y noche) durante el invierno (Junio - Julio 1994). El muestreador fué suspendido de un pescante de metal que se extiende a 3 metros desde la proa de un bote pequeño y a una altura de 0.5 metros por encima de la superficie de agua. El muestreador cae al agua mediante un mecanismo, en el cual, un pin atado a una cuerda es halado por una persona que observa las áreas a muestrear (ver Fotografías C y D). Después del despliegue y asentar firmemente el muestreador, se añade en el interior una suspensión de rotenona al 5% en 100 c.c. de agua de mar. La mayoría de peces nadan hacia la superficie

en busca de oxígeno, en ese momento son removidos con redes manuales de inmersión; con redes de mayor tamaño se barre cuidadosamente el área capturando a los organismos que quedan capturados o enterrados en el pasto y sedimento.

Cada sitio de muestreo fué debidamente ubicado para su identificación durante la noche (duplicado). Los muestreos nocturnos se hicieron en los mismos sitios de los realizados durante el día, aunque no exactamente sobre el mismo punto. Tanto en el día como en la noche, se tomaron datos de las características físicas, químicas y biológicas, incluyendo Oxígeno disuelto, salinidad, temperatura, profundidad del agua (mínima - máxima), velocidad de corriente, turbidez, distancia de la orilla, densidad del pasto marino y tipo de sustrato. Estos datos fueron asociados con los datos obtenidos de la abundancia y composición de especies. Todos los organismos se introdujeron en frascos o bolsas debidamente identificados, los organismos pequeños fueron preservados en una solución de etanol al 70%, y los de mayor tamaño en una solución buffer de formalina al 10%. Posteriormente fueron transportados al laboratorio de Ecología de Peces en LSU para su análisis taxonómico y conteo.

### **7.3.2. Diseño Estadístico**

#### **7.3.2.1. Muestreo**

El número de muestreos en total fué de 32, incluyendo los duplicados (noche), los cuales abarcaron la mayor parte de la Bahía. El área de cada muestra fué de  $1.18 \text{ m}^2$  y el número de muestras se determinó de acuerdo al mínimo de grados de libertad que permite el ANDEVA para poder hacer el análisis estadístico, el cual es de 24 y que corresponde al número de grados de libertad del error. La variable de respuesta medida para la abundancia fue: Número de peces por estación expresado en individuos/ $\text{m}^2$ ; para el caso de Especies presentes la variable de respuesta medida fue Número de especies por estación de muestreo; y, para el caso de la Diversidad la variable de respuesta medida fué el Índice de Diversidad de Shannon-Weinner (32).

#### **7.3.2.2. Análisis de Resultados**

El diseño experimental utilizado en el análisis de resultados fué un Diseño Factorial  $2^3$ , utilizando como estadística de prueba el ANDEVA Multifactorial para determinar la presencia de diferencias significativas entre la abundancia de peces, entre el día y la noche (33, 34).

El análisis de varianza multifactorial, incluyó los factores y niveles siguientes:

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
<b>Hora del día</b>	Día - Noche
<b>Presencia de pastos</b>	Presente - Ausente
<b>Substrato</b>	Arena - Lodo
<b>Doble interacciones</b>	Hora-Pastos, Hora-Substrato, Pastos-Substrato
<b>Triple interacción</b>	Hora-Pastos-Substrato

Todas las pruebas se verificaron mediante el programa "SAS", en los departamentos de estadística de la Universidad de Louisiana y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para el caso de la comparación día-noche en la composición especies se utilizó estadística descriptiva.

El análisis de varianza multifactorial, incluyó los factores y niveles siguientes:

<b>Factor</b>	<b>Niveles</b>
<b>Hora del día</b>	Día - Noche
<b>Presencia de pastos</b>	Presente - Ausente
<b>Substrato</b>	Arena - Lodo
<b>Doble interacciones</b>	Hora-Pastos, Hora-Substrato, Pastos-Substrato
<b>Triple interacción</b>	Hora-Pastos-Substrato

Todas las pruebas se verificaron mediante el programa "SAS", en los departamentos de estadística de la Universidad de Louisiana y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de San Carlos de Guatemala.

Para el caso de la comparación día-noche en la composición especies se utilizó estadística descriptiva.

## 8. RESULTADOS

### 8.1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:

Durante la investigación se realizaron 32 muestreos en total, en igual número de estaciones, distribuidos entre el día y la noche. En todas las estaciones se tomaron datos de calidad del agua que incluye características físico-químicas, tales como, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y velocidad de corriente. La tabla N° 1 muestra los resultados promedio  $\pm$  dos veces el error estandar de la media (2ERRDST) de los principales parámetros físico-químicos para la muestras de día/noche.

**Tabla N° 1**  
**Comparación de Parámetros físico-químicos del agua durante el día y la noche**  
**(Prom.  $\pm$  2ERRDST)**

Parámetros Físicoquímicos	Día		Noche	
	Promedio	$\pm$ 2ERRDST	Promedio	$\pm$ 2ERRDST
Temperatura (°C)	31.6	0.6316	30.6	0.4686
Salinidad (‰)	27.3	1.8493	28.2	1.8290
Oxígeno Disuelto (ppm)	7.4	0.8990	5.6	0.6447
Vel. corriente (cm/s)	0.01	0.0125	0.01	0.0063

### 8.2. ABUNDANCIA

Los resultados de los muestreos en el día y la noche presentaron variantes en los tipos de habitats, determinados por la presencia y ausencia de pasto marino (Cobertura), así como por el sustrato, el cual presentó dos variantes: lodo y arena. En el Anexo N° 1 se presentan los resultados obtenidos en cada estación, en relación a la presencia/ausencia de pasto marino, tipo de sustrato (lodo-arena), número de peces, especies y diversidad. Estas variantes de habitat fueron tomadas en cuenta y los resultados se presentan en la Tabla N° 2.

**Tabla N° 2**  
**Número de muestreos, abundancia promedio (peces/m<sup>2</sup>), número promedio de especies y diversidad promedio, en el día y noche para las diferentes categorías de sustrato (lodo-arena) y presencia/ausencia de pasto marino.**

Tipo de Habitat	N° de Muestreos		Abundancia (peces/m <sup>2</sup> )		N° de Especies		Diversidad H'	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
pasto-lodo	6	6	6.6384	2.54	3	1.5	0.84402	0.37449 7
pasto-arena	3	3	3.1073	2.8248	2	2.66667	0.425677	0.79063 3
sin pasto-lodo	3	3	13.559 3	8.4746	2	1.75	0.591783	0.37257
sin pasto-arena	4	4	1.4831	5.0847	1	1.66667	0.21689	0.39785

### 8.2.1. Densidad:

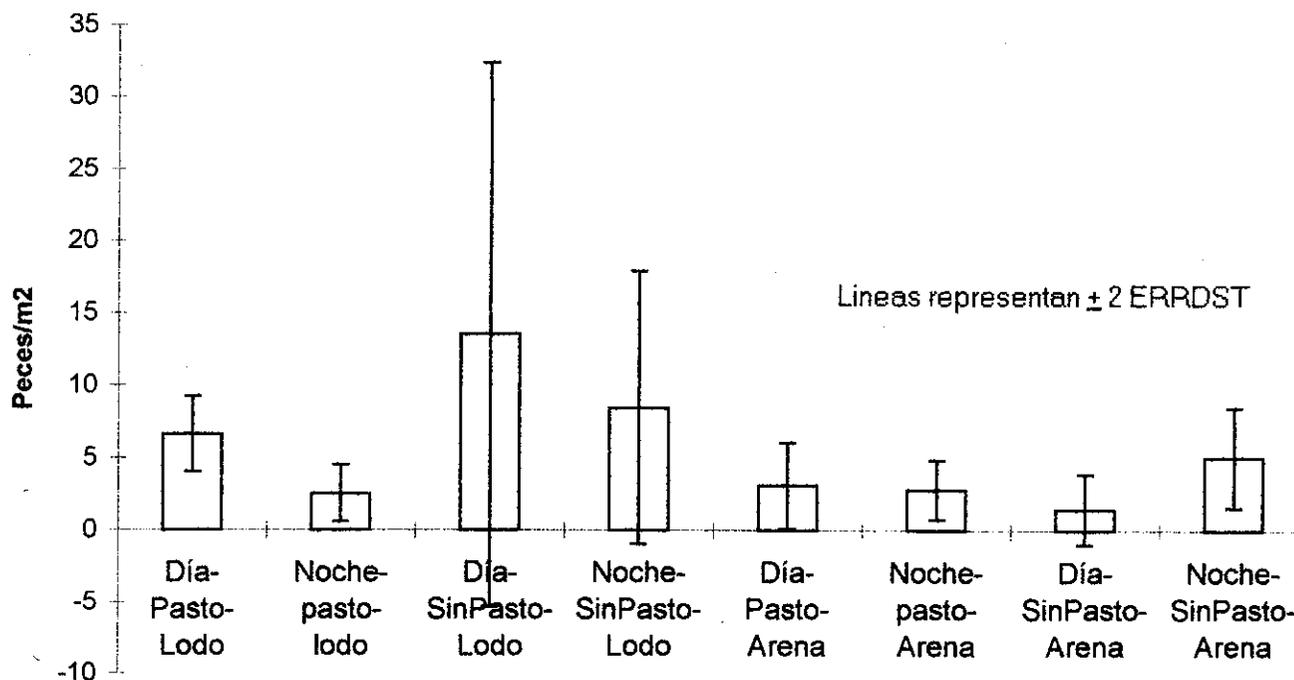
El número de peces/m<sup>2</sup> (densidad) y la comparación entre las diferentes combinaciones de factores estudiados se presentan en la Tabla N° 3 y Gráfica N° 1, respectivamente.

**Tabla N° 3**  
**Número de peces por m<sup>2</sup> para cada combinación de factores analizados.**

Nivel factorial de interacción (Tiempo-Cobertura-Sustrato)	Promedio (N° peces/m <sup>2</sup> )	± 2ERRDST
Día - Pasto - Lodo	6.6384	2.6044
Noche-Pasto-Lodo	2.5424	1.9571
Día-Sin Pasto-Lodo	13.5593	18.8738
Noche-Sin Pasto-Lodo	8.4746	9.4369
Día-Pasto-Arena	3.1073	2.9896
Noche-Pasto-Arena	2.8249	2.0370
Día-Sin Pasto-Arena	1.4831	2.4341
Noche-Sin Pasto-Arena	5.0847	3.4597

## Grafica N° 1

### Comparación del No. de peces/Tiempo-cobertura-sustrato



En la Tabla N° 4 se presenta el modelo general del análisis de varianza multifactorial realizado para determinar la significancia de la variación entre los diferentes niveles factoriales de interacción.

UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

### Tabla N° 4 Análisis de Varianza Multifactorial (Modelo General) para el N° de Peces/m<sup>2</sup>

Fuente de Variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F teórico	Pr>F
Modelo General	7	381.93198	54.56171	1.60	2.42	0.1848
Error	24	820.82495	34.20104			
TOTAL	31	1202.75693				

Cómo  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{teórico}}$ , es decir  $1.60 < 2.42$  y  $Pr > F: 0.1848 > 0.05$ , entonces se infiere que ninguna interacción es estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ), por lo que  $H_0$  no se rechaza, concluyendo que la abundancia de peces/m<sup>2</sup> no es afectada por los factores tiempo, pastos o sustrato ni por cualquier interacción de los mismos.

### 8.2.2. Número Especies por muestra:

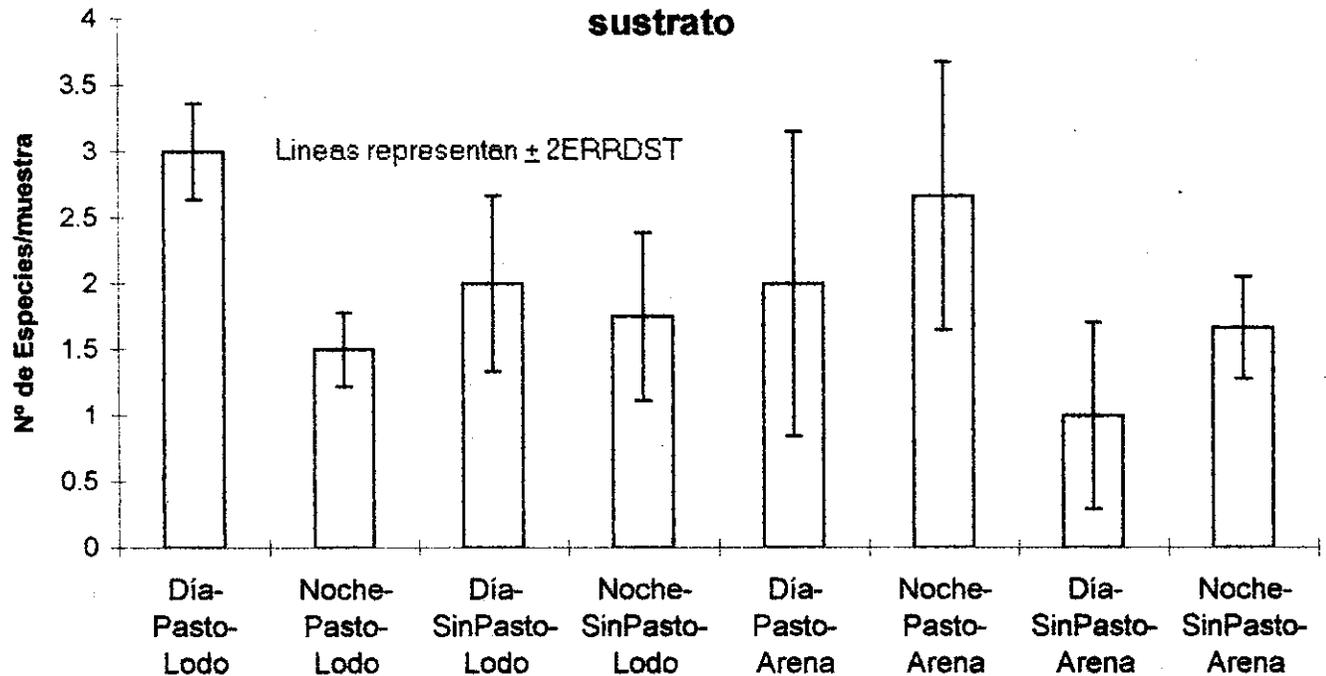
El número de Especies (promedio de N° Especies/muestra) y la comparación entre las diferentes combinaciones de factores de interés se presentan en la Tabla N° 5 y Gráfica N° 2, respectivamente.

**Tabla N° 5**  
Número de especies por estación de muestreo para las diferentes combinaciones de factores estudiados.

Nivel factorial de interacción (Tiempo-Cobertura-Sustrato)	Promedio (N° spp/estación)	$\pm 2\text{ERRDST}$
Día - Pasto - Lodo	3	0.3651
Noche-Pasto-Lodo	1.5	0.2789
Día-Sin Pasto-Lodo	2	0.6667
Noche-Sin Pasto-Lodo	1.75	0.6383
Día-Pasto-Arena	2	1.1547
Noche-Pasto-Arena	2.67	1.0183
Día-Sin Pasto-Arena	1	0.7071
Noche-Sin Pasto-Arena	1.67	0.3849

### Grafica N° 2

#### Comparación del No. de Especies/ Tiempo-cobertura-sustrato



Los resultados del modelo general del análisis de varianza multifactorial realizado para determinar la significancia de la variación entre los diferentes niveles factoriales de interacción y el número de especies por estación se presentan en la Tabla N° 6..

Tabla N° 6

#### Análisis de Varianza Multifactorial (Modelo General) para el N° de Especies/m2

Fuente de Variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F teórico	P > F
Modelo General	7	14.135417	2.019345	1.57	2.42	0.1918
Error	24	30.833333	1.284722			
TOTAL	31	44.968750				

Cómo  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{teórico}}$ , es decir  $1.57 < 2.42$  y  $Pr > F: 0.1918 > 0.05$ , entonces se infiere que ninguna interacción es estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ ), por lo que  $H_0$  no se rechaza y se concluye que el Número de Especies/muestra no es afectada por los factores tiempo, pastos o sustrato ni por cualquier interacción de los mismos.

### 8.2.3. Diversidad ( $H'$ ):

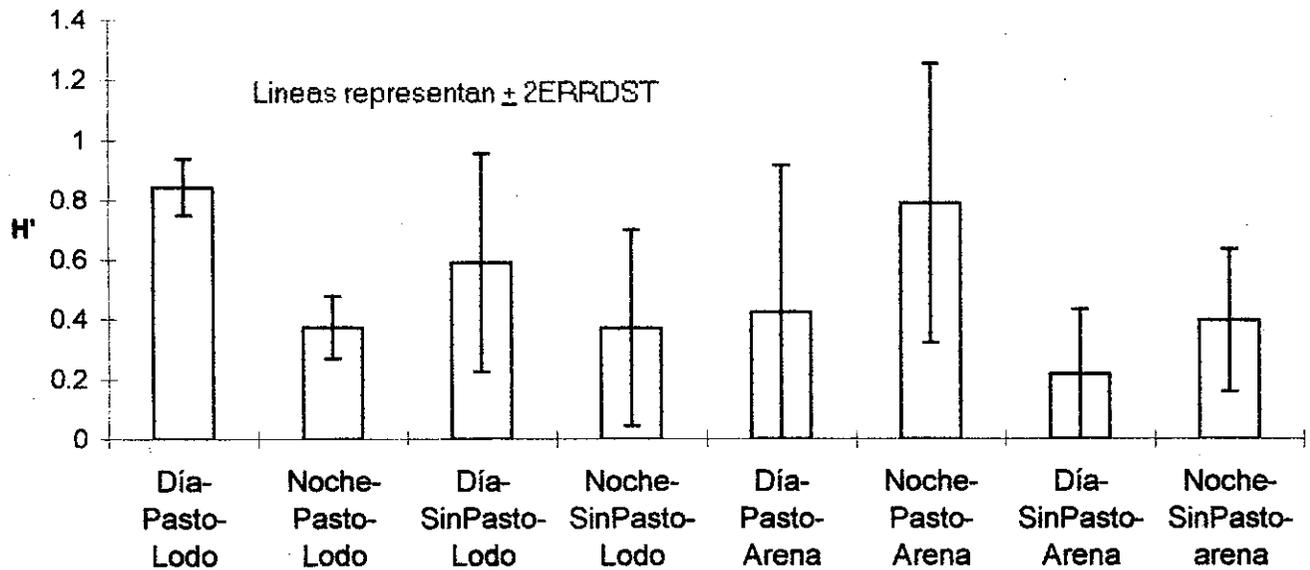
En cada estación de muestreo se obtuvo el Índice de Diversidad de Shannon - Weinner ( $H'$ ) como variable de respuesta de la diversidad. La Diversidad de Especies y la comparación entre las diferentes combinaciones de factores estudiados se presentan en la Tabla N° 7 y Gráfica N° 3, respectivamente.

**Tabla N°7**  
**Índice de Diversidad de Shannon-Weinner ( $H'$ ) para los diferentes factores estudiados.**

<b>Nivel factorial de interacción (Tiempo-Cobertura-Sustrato)</b>	<b>Promedio (<math>H'</math>)</b>	<b><math>\pm 2ERRDST</math></b>
Día - Pasto - Lodo	0.8440	0.0949
Noche-Pasto-Lodo	0.3745	0.1044
Día-Sin Pasto-Lodo	0.5918	0.3654
Noche-Sin Pasto-Lodo	0.3726	0.3286
Día-Pasto-Arena	0.4257	0.4915
Noche-Pasto-Arena	0.7906	0.4668
Día-Sin Pasto-Arena	0.2169	0.2169
Noche-Sin Pasto-Arena	0.3978	0.2385

### Grafica N° 3

#### Comparación de la Diversidad/ Tiempo-Cobertura-Sustrato



En la Tabla N° 8 se presenta los resultados del modelo general del análisis de varianza multifactorial realizado para determinar la significancia de la variación entre los diferentes niveles factoriales de interacción y la Diversidad H'.

Tabla N° 8

#### Análisis de Varianza Multifactorial (Modelo General) para la Diversidad H' (Índice de Diversidad de Shannon-Weinner)

Fuente de Variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	F teórico	Pr>F
Modelo General	7	1.7986342	0.2569477	1.28	2.42	0.3030
Error	24	4.8293071	0.2012211			
TOTAL	31	6.6279412				

Cómo  $F_{\text{calculado}} < F_{\text{teórico}}$ , es decir  $1.28 < 2.42$  y  $Pr > F: 0.3030 > 0.05$ , entonces se infiere que ninguna interacción es estadísticamente significativa ( $\alpha = 0.05$ ), por lo que  $H_0$  no se rechaza y se concluye que la Diversidad H' no es afectada por los factores tiempo, pastos o sustrato ni por cualquier interacción de los mismos.

La comparación de la presencia de especies (promedio de peces/m<sup>2</sup>) entre el día y la noche se presentan en la Tabla N° 10 y Gráfica N° 4 respectivamente.

**Tabla N° 10**  
**Comparación Día/Noche del promedio de especies/m<sup>2</sup>.**

N°	Especie	Día (peces/m <sup>2</sup> )		Noche (peces/m <sup>2</sup> )	
		Prom ± 2ERRSTDV	Prom ± 2ERRSTDV	Prom ± 2ERRSTDV	Prom ± 2ERRSTDV
1	<i>Eucinostomus argenteus</i>	3.39	3.95	2.81	2.17
2	<i>Eucinostomus gula</i>	0.11	0.14	0.05	0.11
3	<i>Paraclinus fasciatus</i>	0.48	0.51	0.16	0.23
4	<i>Cryptotomus roseus</i>	0.05	0.11	0.00	0.00
5	<i>Halichoeres vivittatus</i>	0.00	0.00	0.05	0.11
6	<i>Corythoichthys brachycephalus</i>	0.16	0.32	0.00	0.00
7	<i>Dactyloscopus tridigitatus</i>	0.11	0.21	0.05	0.11
8	<i>Serranus flaviventris</i>	0.05	0.11	0.00	0.00
9	<i>Gymnachirus mela</i>	0.05	0.11	0.00	0.00
10	<i>Strongylura notata</i>	0.00	0.00	0.11	0.14
11	<i>Atherinomorus stipes</i>	0.00	0.00	0.05	0.65
12	<i>Malacoctenus aurolineatus</i>	0.00	0.00	0.05	0.11
13	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	0.26	0.26	0.00	0.00
14	<i>Batrachoides manglae</i>	0.16	0.17	0.00	0.00
15	<i>Lophogobius cyprinoides</i>	1.16	0.98	0.42	0.64
16	Fam. Moringuidae Sp. 1	0.00	0.00	0.05	0.11
17	Fam. Batrachoididae Sp.1	0.00	0.00	0.05	0.11

## 9. DISCUSION

### 9.1. PARAMETROS FISICO-QUIMICOS:

Conforme los resultados observados en la Tabla N°1, se infiere que los parámetros físico-químicos del agua no presentaron diferencias con poder de influir en la abundancia y composición de peces entre el día y la noche. La temperatura, salinidad y la velocidad no variaron significativamente, únicamente el oxígeno disuelto en el agua muestra un descenso en su concentración durante la noche, esto se puede atribuir a la actividad fotosintética de la flora marina que tiene una activa producción de Oxígeno durante el día, la cual desaparece durante la noche, cuando la fotosíntesis se encuentra en fase enzimática o nocturna. En el Anexo N°2 se presentan gráficas de la comparación entre el día y la noche de los principales parámetros físico-químicos del agua.

### 9.2. ABUNDANCIA

#### 9.2.1. Densidad (Número de peces / m<sup>2</sup>):

Conforme a las Tablas Nos. 2, 3 y 4, y Gráfica N° 1 se infiere que no hay influencia significativa de los factores estudiados en la abundancia de peces. Esto posiblemente se deba a que la presencia de pastos proporciona un albergue o refugio permanente contra depredadores, por lo que los peces asociados a los mismos no lo abandonan con frecuencia, o si lo hacen regresan frecuentemente a ellos. Lo anterior también explica la presencia de los peces en áreas donde no hay pasto directamente, pero si en los alrededores. Podría inferirse que en las ocasiones en que se encontraron peces en lugares donde no había pasto, estas áreas se encontraban cercanas a las praderas de pasto marino, y este patrón no varió significativamente entre el día y la noche. Estos resultados coinciden con los presentados por Phillips, 1983 (28) en cuya investigación, el número de individuos capturados fué semejante entre sitios de manglar y de playa en Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

#### 9.2.2. Número de Especies / Muestra:

Conforme a la Tablas Nos. 2, 5 y 6, y Gráfica N° 2, al igual que en el caso anterior se infiere que no hay influencia significativa de los factores estudiados sobre el número de especies/estación. Esto posiblemente se deba a que las especies asociadas a pastos marinos definen su hábitat de forma constante y casi invariable, debido a que los pastos les proporcionan albergue, refugio, alimentación y criadero,

de manera permanente. Las especies herbívoras obtienen alimento directamente de los pastos, mientras que las especies depredadoras (carnívoras) encuentran sus presas en la fauna asociada a los pastos principalmente constituida por invertebrados. Estos resultados, al igual que en el número de peces (densidad), también coinciden con los resultados obtenidos por Phillips 1983 (28) respecto a la comparación de hábitats y tiempo, ya que no hubo diferencia significativa en el número de especies entre sitios de manglar y de playa, ni entre día y noche en Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica.

Por otro lado, el número de especies tanto de día como de noche es el mismo.

### 9.2.3. Diversidad:

Conforme a las Tablas N° 2, 7 y 8, y la Gráfica N° 3 y al conjuntarlas con los anteriores parámetros de abundancia, es decir, Número de Peces/m<sup>2</sup> y Número de Especies/ Estación, se infiere que la diversidad no es afectada por los factores estudiados (tiempo, pastos o sustrato) ni por las interacciones entre estos. La poca variación y estabilidad en la Diversidad coincide con los resultados obtenidos por Phillips, 1983 (28), presentando una mínima variación en la diversidad en poblaciones de peces litorales. en el Golfo de Nicoya; sin embargo, el valor promedio de diversidad obtenido por Phillips fué 2.72, siendo evidentemente mayor a todos los valores obtenidos en esta investigación, los cuales fueron menores de 1.

### 9.3. COMPOSICION:

Las Tablas N° 9 y 10 revelan que se obtuvo un total de 17 especies de peces de 13 diferentes familias, las cuales se encuentran asociadas a las praderas de pasto marino, a excepción de *Dactyloscopus tridigitatus* el cual permanece enterrado en la arena y en ausencia de pastos. La mayoría de los peces son de poco o ningún valor comercial, además de encontrarse en estadíos inmaduros (juveniles) lo cual confirma el valor de los pastos marinos como área de crianza para varias especies de peces. Las familias reportadas en este estudio coinciden con las familias reportadas por Ogden, 1980 (16) y Gilmore, 1987 (19) a excepción de las familias Dactyloscopidae, Soleidae y Moringuidae, las cuales aparecen únicamente en el presente estudio.

De las 17 especies colectadas, siete estuvieron presentes únicamente durante el día (*Lophogobius cyprinoides*, *Archosargus rhomboidalis*, *Batrachoides manglae*, *Corythoichthys brachycephalus*, *Cryptotomus roseus*, *Serranus flaviventris*, *Gymnachirus*

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

*mela*). Seis estuvieron presentes exclusivamente en las muestras de noche (*Atherinomorus stipes*, *Strongylura notata*, *Halichoeres vivittatus*, *Malacoctenus aurolineatus*, Moringuidae Sp.1 y Batrachoididae Sp.1). Cuatro especies estuvieron presentes tanto en el día como en la noche (*Eucinostomus argenteus*, *Paraclinus fasciatus*, *Eucinostomus Gula*, *Dactyloscopus tridigitatus*). De las especies antes mencionadas, únicamente *Eucinostomus gula* durante el día y noche, y *Strongylura notata* presente únicamente en la noche, coinciden con las especies obtenidas por Sogard, et al. 1989 (24), aunque con diferentes modelos de actividad, ya que en los resultados de estos autores *E. gula* mostró un modelo diurno de actividad, mientras que *S. notata* fué capturado indistintamente durante el día y la noche.

Las especies más abundantes fueron *Eucinostomus argenteus* con un total de 64 individuos capturados en el día (3.39 peces/m<sup>2</sup>) y 53 en la noche (2.81 peces/m<sup>2</sup>) y *Lophogobius cyprinoides* con 22 en el día (1.16 peces/m<sup>2</sup>) y 8 en la noche (0.42 peces/m<sup>2</sup>). Al comparar estas especies, con las reportadas por Sogard et al. 1989 (24), coinciden en la presencia de dos especies del mismo género, como es el caso de *Eucinostomus gula* reportada como mas abundante junto a *Opisthonema oglinum*. Además, las familias Gerreidae y Scaridae reportadas en esta investigación coinciden con Gilmore (1987), este autor señala que en ecosistemas de pastos marinos en áreas tropicales los peces mas abundantes son Gerreidos, Haemulidos y Scaridos.

La especie *Dactyloscopus tridigitatus* estuvo presente unicamente en muestras sin pasto y con sustrato de arena, con la peculiaridad de enterrarse en la arena para evitar ser capturadas. Estos peces se encuentran presentes tanto en el día como en la noche, con un leve aumento en abundancia durante el día; este aumento posiblemente se debe a la capacidad de enterrarse en la arena para protegerse y no ser vistos por depredadores de hábitos diurnos.

La composición de peces durante el día y la noche no varía significativamente, sin embargo, cabe mencionar la tendencia de algunas especies de presentarse durante el día y/o la noche. Estudios previos (24,28) muestran especies netamente diurnas y nocturnas, así como otras especies que no se ven influidas por el factor tiempo y aparecen tanto en el día como en la noche. En el Anexo N° 3 se presentan gráficas de la tendencia de actividades diurnas y nocturnas de cada especie.

## 10. CONCLUSIONES

- ◆ Según los resultados obtenidos, las poblaciones de peces asociados a pastos marinos no se ven afectadas por las variaciones de los factores de tiempo (día/noche), cobertura de pasto (presencia/ausencia) o tipo de sustrato (lodo/arena).
- ◆ Los parámetros físico-químicos del agua, la cobertura de pastos y el sustrato no influyen significativamente en la abundancia de peces entre el día y la noche.
- ◆ El número de peces por metro cuadrado no varió significativamente entre el día y la noche, presencia/ausencia de pasto y tipo de sustrato.
- ◆ El número de especies y la diversidad  $H'$  en las estaciones de muestreo, no variaron significativamente en relación a la interacción de los niveles interfactoriales de día/noche, presencia/ausencia de pasto y sustrato lodo/arena
- ◆ De las 17 especies obtenidas, siete estuvieron presentes únicamente en el día, seis únicamente en la noche y cuatro tanto en el día como en la noche.
- ◆ Las especies *Eucinostomus argenteus* y *Lophogobius cyprinoides* presentaron el mayor número de peces/m<sup>2</sup>; sin embargo las variaciones entre el día y la noche de ambas especies, no fueron significativas.

## 11. RECOMENDACIONES

- ◆ Profundizar la presente investigación con estudios que incluyan otros factores o criterios de interacción, tales como profundidad, tipo de pasto, mediante un muestreo dirigido en función de variaciones reconocidas de parámetros físico-químicos.
- ◆ Realizar más investigaciones acerca de pastos marinos y su fauna asociada para obtener información base que sirva para proponer como áreas protegidas costero-marinas, las áreas donde se encuentran praderas de pasto marino, tales como, Bahía La Graciosa y Punta de Manabique.
- ◆ Para investigaciones de fauna asociada a pastos marinos se recomienda utilizar técnicas de muestreo de bajo impacto, cuantificables (estimaciones acertadas) y que no deterioren los lechos de pasto marino, tal como, el método propuesto en esta investigación (Cilindro muestreador). Para áreas con praderas de pasto marino no es recomendable usar red de arrastre.

## 12. REFERENCIAS

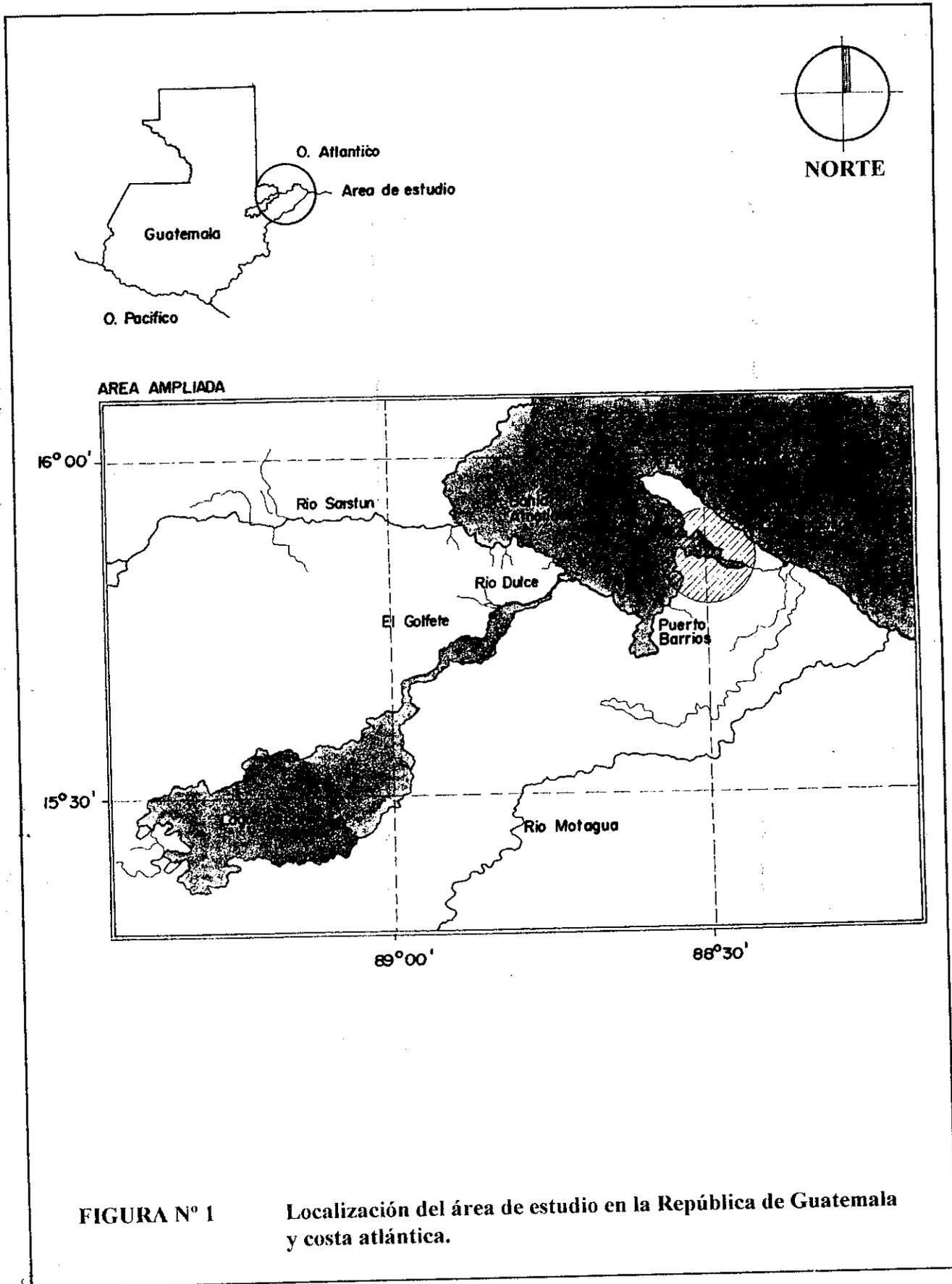
1. Salaverría A, Rosales F. Ecología de la Costa Atlántica de Guatemala; Evaluación Inicial, Bahía de Amatique-Izabal. Informe Final del Primer Cruce. Octubre, 1993. Guatemala: CEMA/ Escuela de Biología, USAC/PNUMA/INGUAT/IBM-GBM/METROTEL, 1993. 99 P.
2. Galindo Arévalo JL. Segunda Campaña Oceanográfica en la Plataforma Pacífica de Centro América y Aguas Oceánicas adyacentes; Informe. Guatemala: PRADEPESCA/DITEPESCA/ USAC, 1994. 15 p.
3. Matthes H. La Situación de la Pesca y Acuicultura en Guatemala y los Lineamientos para su desarrollo futuro. Informe terminal de consultoría. Guatemala: PNUD/FAO, 1982. 67 P.
4. Bovay Engineers, INC. Estudio de prefactibilidad para un plan maestro de los recursos naturales renovables de Guatemala. Guatemala: Tomo VI, Pesca, 1975. 90p.
5. Gómez Cruz, MA. Caracterización ecológica del ecosistema de manglares, Recursos naturales asociados e identificación de habitats críticos de la costa atlántica de Guatemala. Informe final. Guatemala: Escuela de Biología, USAC. PNUMA. Programa Ambiental del Caribe, Unidad de Coordinación regional, 1994. 45 p.
6. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Parques y Progreso. Cuarto congreso mundial de Parques y Areas Protegidas. Caracas, Venezuela: UICN, 1993. 540p.
7. UICN, FUNDAECO. Estudio preliminar para la estrategia de conservación y uso sostenible de los recursos naturales del litoral atlántico de Guatemala. Guatemala: UICN-FUNDAECO. (En ASIES. Monografía ambiental, Región Nor-oriente: Chiquimula, El Progreso, Izabal y Zacapa. Guatemala: ASIES, 1993. 265 p.)
8. Arrivillaga A. Baltz D. Ecology and conservation of seagrass bed fishes and macroinvertebrates on Guatemala's Atlantic coast. Project proposal. Louisiana, USA: Louisiana State University, Baton Rouge, 1993. 19 p.
9. Yañez-Arancibia A, Zárate DJ, Terán A. Evaluación del Potencial y cobertura de manglares y pastos marinos, problemática ambiental, prospección de recursos pesqueros, y definición de pautas de manejo para la Costa Atlántica de Guatemala. Informe Final. México: PNUMA-EPOMEX, 1993. 36 p.

10. Asociación de Investigación y Estudios Sociales. Monografía Ambiental, Región Nor-oriental: Chiquimula, El Progresos, Izabal y Zacapa. Guatemala: ASIES, 1993. 265 p.
11. De la Cruz, JR. Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, basada en Holdridge. Guatemala: INAFOR, 1976. 24 p.
12. INSIVUMEH. Información de estaciones meteorológicas del Departamento de Izabal. Depto. de Climatología. Fichas de Archivo. Guatemala: INSIVUMEH, 1990.
13. Maldonado O. Población, economía y producción en Punta de Manabique. Tercer informe parcial de investigación. Guatemala: Fundación "Mario Dary", 1991. Mimeo. 31 p.
14. Rojas-Galavitz JL. et al. Estuarine primary producers: Laguna de Terminos - a study case. p. 141-154. (In Academic Press. inc. Coastal plant communities of latin america. USA; Academic press. inc. 1992.)
15. Ogden JC, Gladfelter EK, eds. Coral reefs, seagrass bed and mangroves: their interaction in the coastal zones of the caribbean. Montevideo, Uruguay: Unesco Reports in Marine Science, 1983. 133p.
16. Ogden JC. Faunal relationships in caribbean seagrass beds. p. 173-198. (In Phillips RC, Mcroy CP. eds. Handbook of seagrass Biology: An ecosystem perspective. New York & London: Garland STPM Press, 1980. 217 p.)
17. Pollard DA. A review of ecological studies on seagrass-fish communities, with particular reference to recent studies in Australia. *Aquat Bot* 1984;18:3-42.
18. Blaber SJM, et al. Species composition and biomasses of fishes in tropical seagrasses at Groote Eylandt, Northern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 1992;35:605-620.
19. Gilmore RG. Subtropical-tropical seagrass communities of the southeastern United States: Fishes and fish communities. p 117-137. (In Durako MJ, Phillips RC, Lewis RR, eds. Florida MR Public. 1987;42: 155 p.)
20. Lubbers L, et al. Variations in structure of estuarine fish communities in relation to abundance of submersed vascular plants. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1990;65:1-14.
21. Thayer GW, et al. Utilization of the red mangrove ecosystem of Rookery Bay, Florida. *Bulletin of Mar. Sc.* 1987;50:21-39.

22. Blaber SJM, Blaber TG. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J Fish Biol.* 1980;17: 143-162.
  23. Bell JD, Pollard DA. Ecology of fish assemblages and fisheries associated with seagrasses. p 565-609. (In Larkum AW, McComb AJ, Shepherd S.A. *Biology of seagrasses. Aquatic plant studies 2.* Australia: ELSEVIER 1989.
  24. Sogard SM, Powell GVN, Holmquist JG. Utilization by fishes of shallow, seagrass-covered banks in Florida Bay: 2. Diel and tidal patterns. *Env. Biol. of Fishes* 1989;24:81-92.
  25. Kruuk H, Diurnal Periodicity in the activity of the common sole. *Solea vulgaris* Quensel. *Neth. J Sea Res.* 1963;2:1-28.
  26. Hobson ES, Diurnal-nocturnal activity of some inshore fishes in the Gulf of California. *Copeia* 1965:291-302.
  27. Hobson ES, Feeding patterns among tropical reef fishes during the evening and morning transitions between daylight and darkness. *U.S. Fish. Bull.* 1975;70:715-740.
  28. Phillips PC. Diel and monthly variation in abundance, diversity and composition of littoral fish populations of the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Costa Rica: Rev Biol Trop* 1983; 31(2): 297-306.
  29. Vmstein RW, Seagrass-associated Invertebrate Communities of the Southeastern U.S.A.: A Review. p 89-115. (In Durako MJ, Phillips RC, Lewis RR, eds. *Florida MR Public.* 1987;42:155p.)
  30. Deegan LA, et al. Relationships among physical characteristics, vegetation distribution and fisheries yield in Gulf of Mexico Estuaries. p 83-100 (In Wolf AD, ed. *Estuarine Variability.* New York: Academic Press Inc. 1986. 509 p.
  31. Baltz DM, Rakocinski C, Fleeger JW. Microhabitat use by marsh-edge fishes in Louisiana estuary. *Env. Biol. of fishes* 1993;36:109-126..
  32. Krebs CJ, *Ecología; Estudio de la Distribución y la Abundancia.* 2 ed. Blanco Correa J, trad. México: Harla, 1985. XXXII+753 p. (p. 501-504).
  33. Daniel WW, *Bioestadística; Básica para el análisis de las ciencias de la salud.* 3a ed. Guzmán Ortiz M, trad. México: Limusa, 1990. 667 p. (192-196,415-448).
- Montgomery DC. *Diseño y Análisis de Experimentos.* 3a. ed. Jaime Delgado S, trad. México: Grupo Editorial Iberoamérica, 1991. XII+589 p. (249-257).

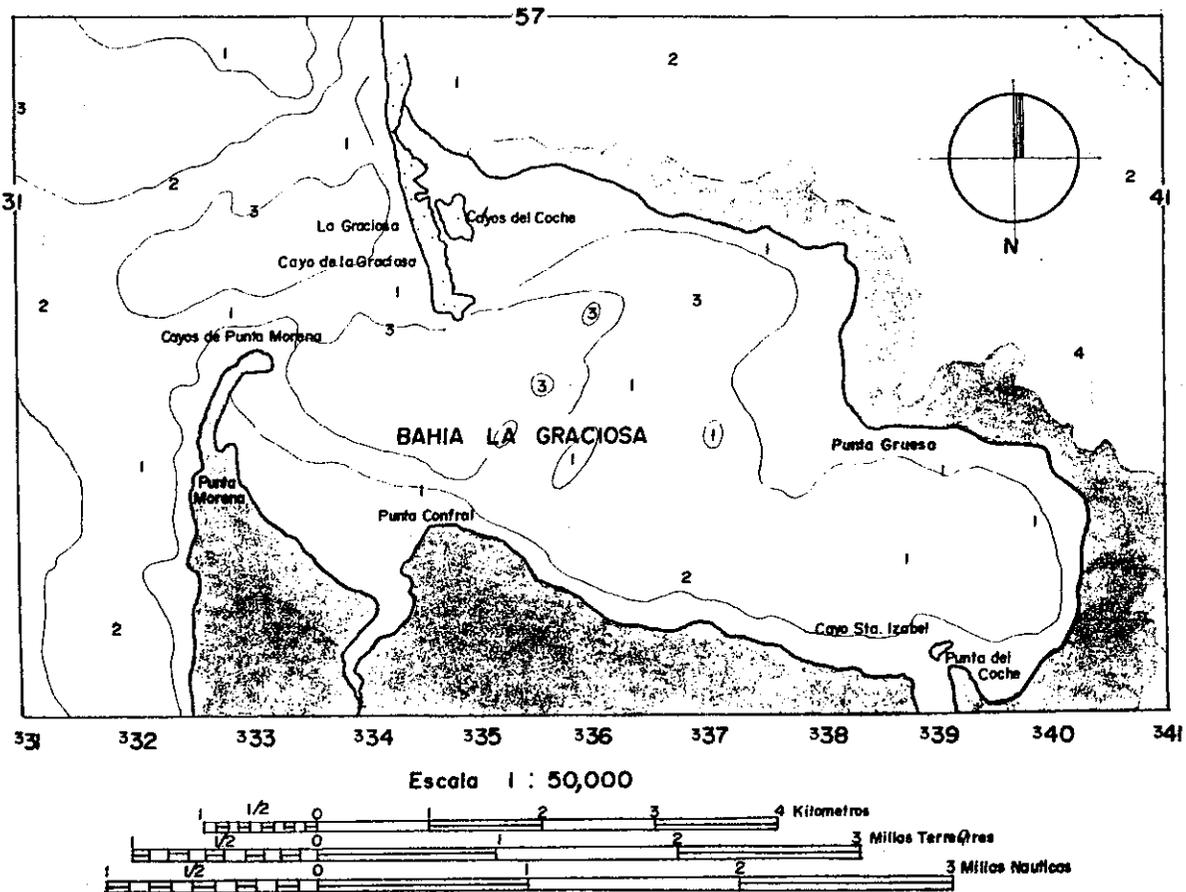
**13. ANEXOS**

PROPÓSITO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central



**FIGURA N° 1**

Localización del área de estudio en la República de Guatemala y costa atlántica.



**FIGURA N° 2** Area de estudio BAHIA LA GRACIOSA, Izabal

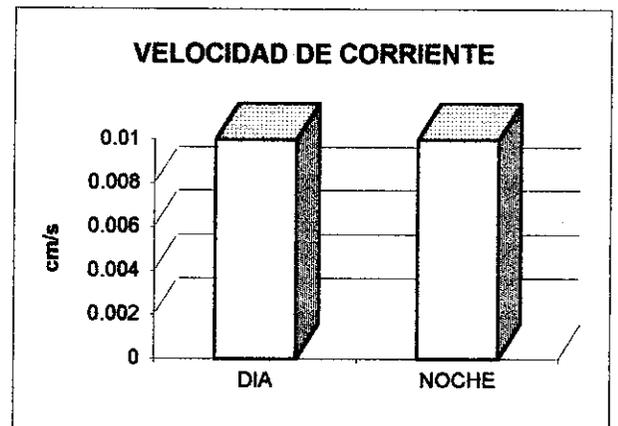
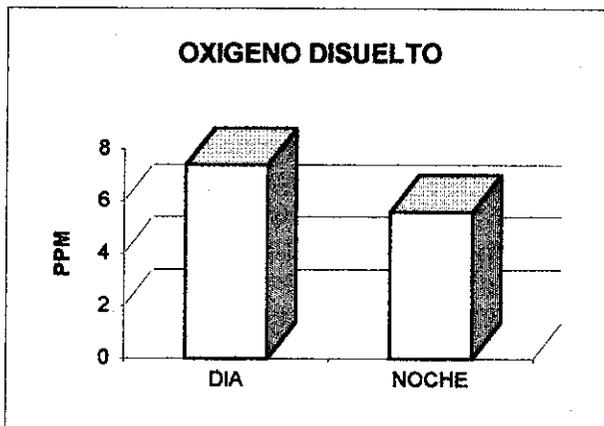
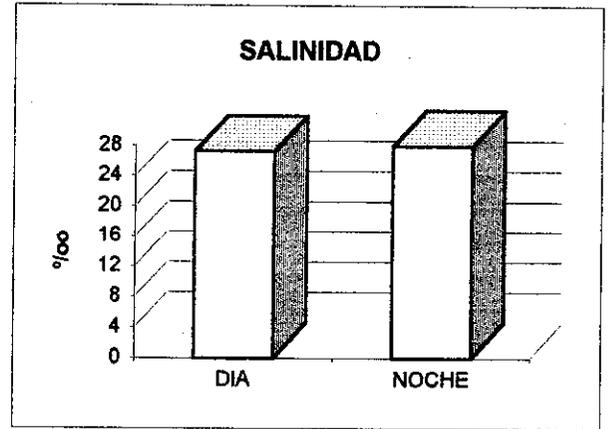
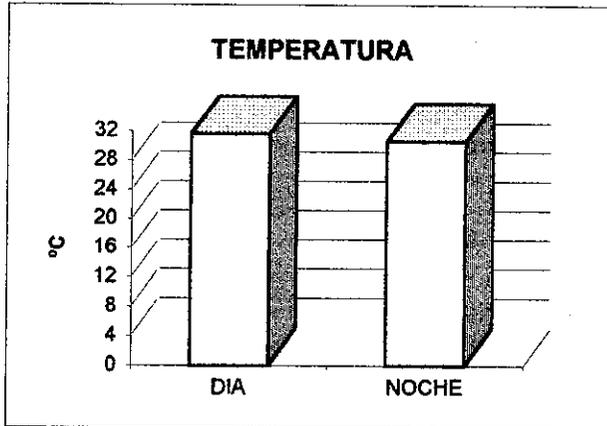
## ANEXO 1.

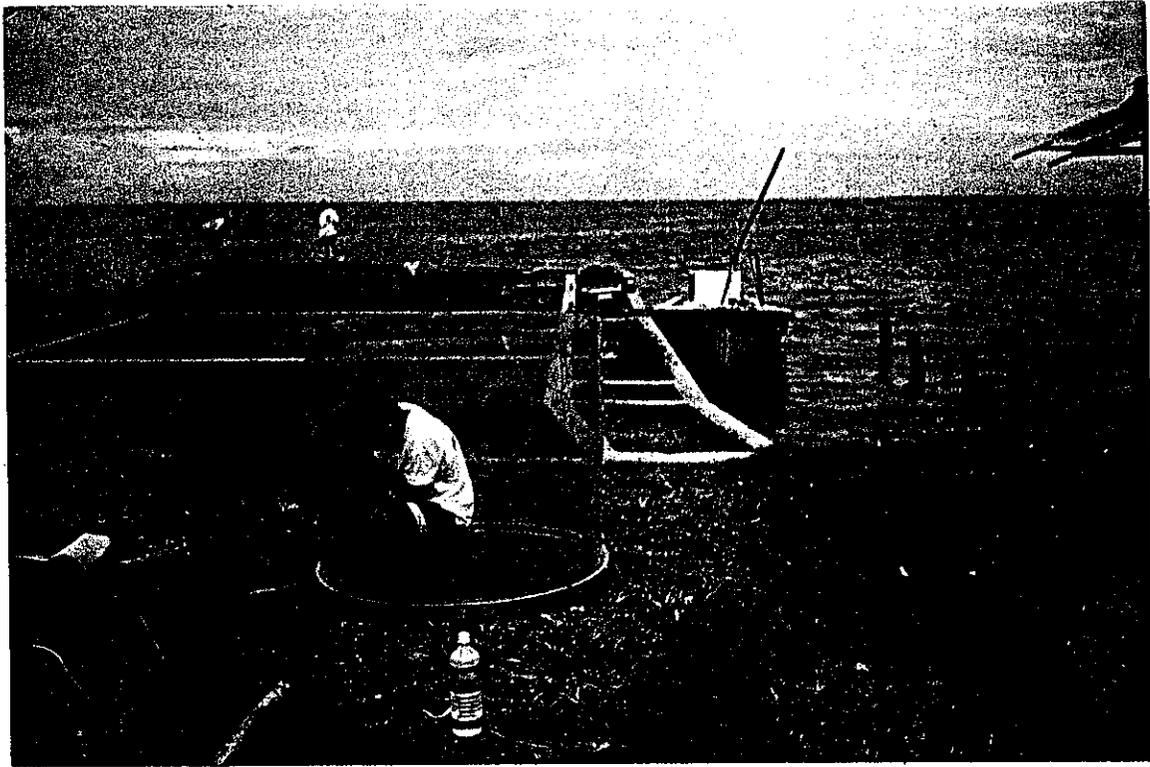
**Datos por estación de Tiempo (día-noche), Presencia de Pasto, sustrato, N° de peces y especies e Índice de Diversidad Shannon-Weinner.**

N° Estac.	Tiempo (día-noche)	Presencia (Pasto - Sin pasto)	Sustrato (Lodo - arena)	Peces (N° peces/muestra)	Especies (N° spp/muestra)	Diversidad H'
38	día	sin pasto	arena	0	0	0.0000
39	día	pasto	arena	7	4	1.2770
40	día	sin pasto	arena	6	3	0.8676
42	noche	sin pasto	arena	4	3	1.0397
42.1	noche	pasto	arena	4	3	1.0397
43	noche	sin pasto	arena	12	2	0.6932
53	día	pasto	arena	1	1	0.0000
54	día	pasto	arena	3	1	0.0000
55	día	sin pasto	arena	0	0	0.0000
60	noche	pasto	arena	5	4	1.3322
61	noche	pasto	arena	1	1	0.0000
62	noche	sin pasto	arena	5	2	0.5004
64	día	pasto	lodo	3	2	0.6365
67	día	pasto	lodo	3	2	0.6365
70	día	pasto	lodo	10	4	1.1683
72	noche	pasto	lodo	2	2	0.6932
73	noche	pasto	lodo	0	0	0.0000
74	noche	pasto	lodo	7	2	0.4101
76	día	sin pasto	lodo	2	2	0.6932
79	día	pasto	lodo	11	4	1.0336
81	noche	pasto	lodo	6	2	0.4506
82	noche	sin pasto	lodo	3	1	0.0000
84	día	sin pasto	lodo	8	3	1.0822
87	día	pasto	lodo	10	4	1.0889
93	día	sin pasto	lodo	38	1	0.0000
95	noche	pasto	lodo	2	2	0.6932
96	noche	sin pasto	lodo	6	2	0.4506
97	noche	sin pasto	lodo	21	1	0.0000
99	día	pasto	lodo	10	2	0.5004
102	día	sin pasto	arena	1	1	0.0000
104	noche	pasto	lodo	1	1	0.0000
105	noche	sin pasto	arena	3	1	0.0000

## ANEXO N° 2

### COMPARACION DE LOS PRINCIPALES PARAMETROS FISICO QUIMICOS EN EL AGUA DIA vs NOCHE



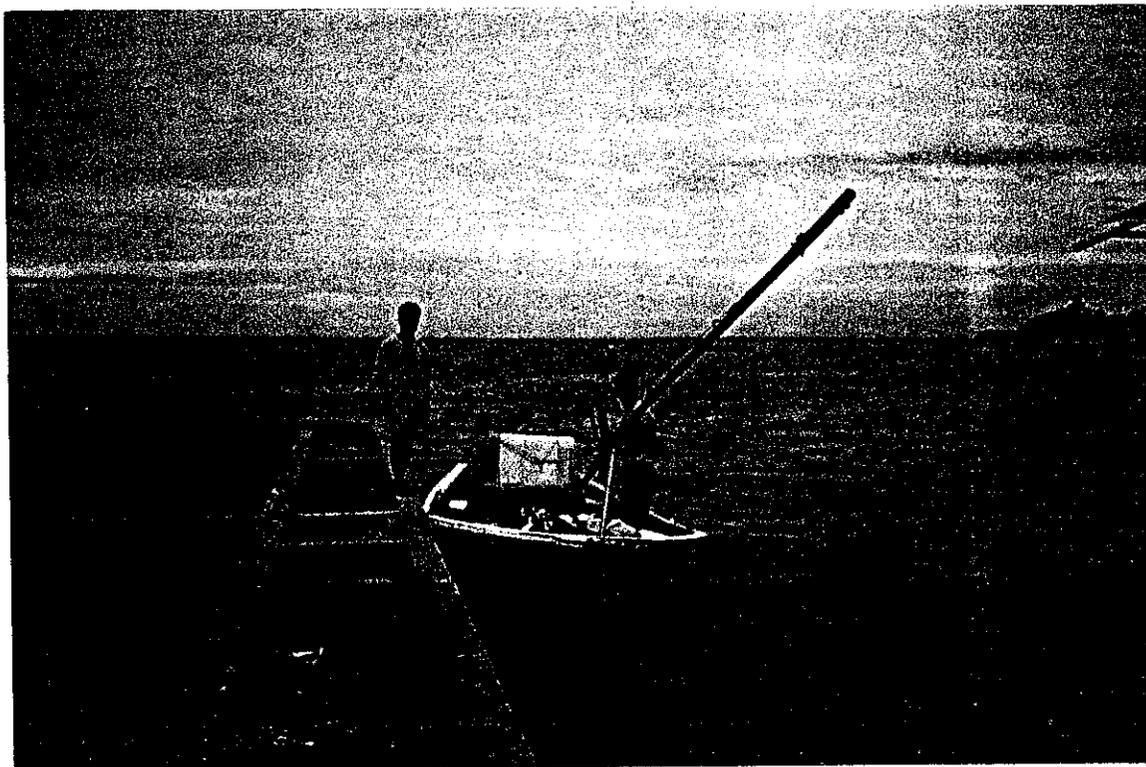


A



B

**FOTOGRAFÍAS A y B.** Preparación y ensamblaje del cilindro muestreador (*drop sampler*) constituido de paredes de plexiglas transparente y base de acero inoxidable. El diseño del muestreador permite capturas instantáneas a bajas profundidades, sobre un área cuantificable de  $1.18\text{m}^2$ .



C

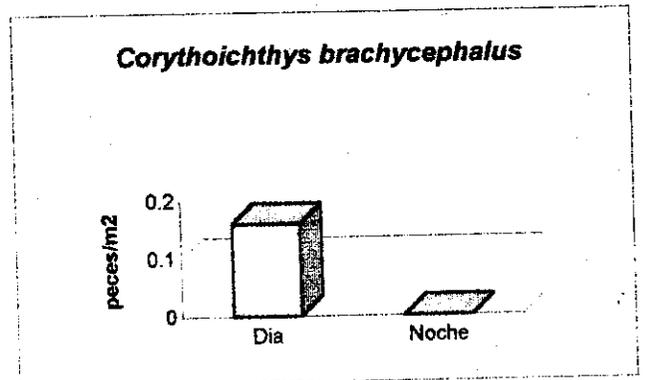
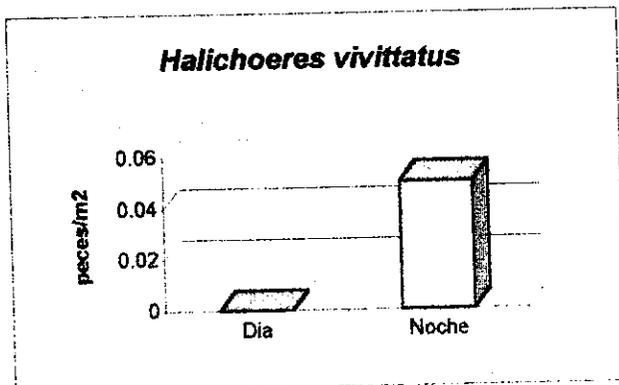
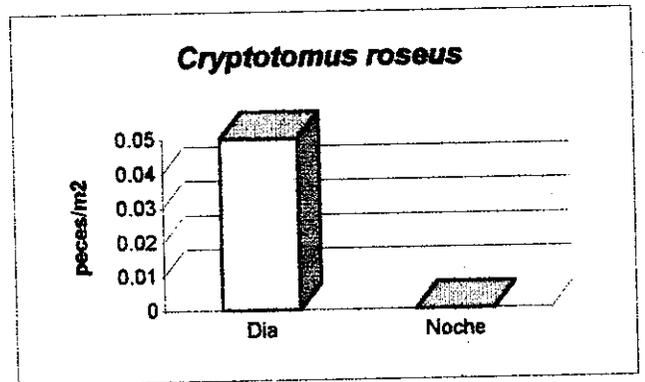
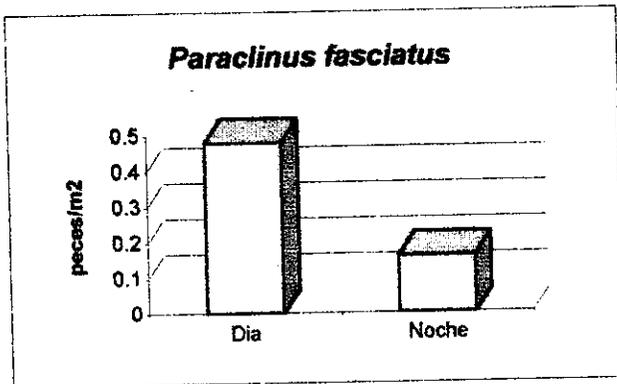
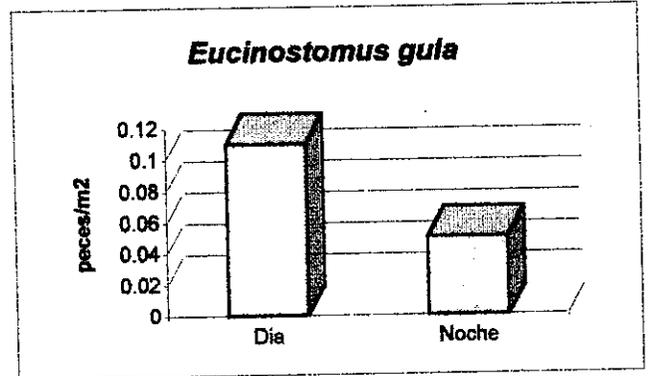
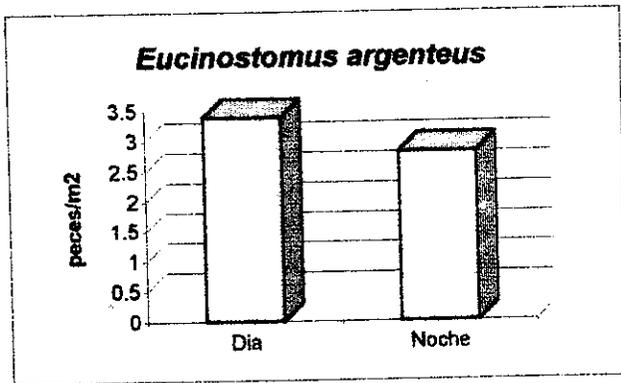


D

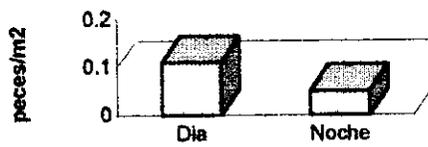
**FOTOGRAFIAS C y D.** El mecanismo de acción del *drop sampler* requiere de un pescante de metal que se extiende a 3 m desde la proa de un bote pequeño, donde se asegura sobre un pin atado a una cuerda y queda suspendido a 0.5 m de altura sobre la superficie del agua. El muestreador cae al agua cuando el pin es halado por una persona desde el centro del bote.

### ANEXO Nº 3

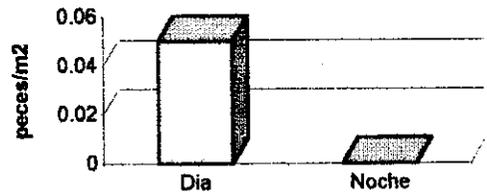
#### PECES PRESENTES - DIA/NOCHE (peces/m<sup>2</sup>) Comparación por Especie



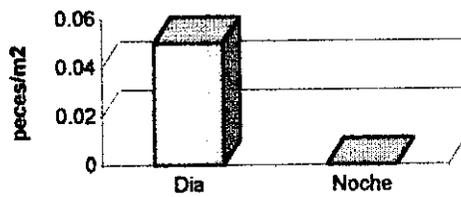
***Dactyloscopus tridigitatus***



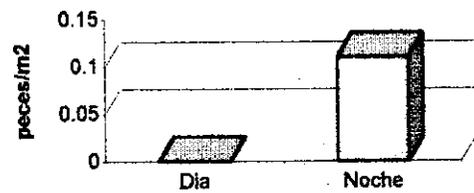
***Serranus flaviventris***



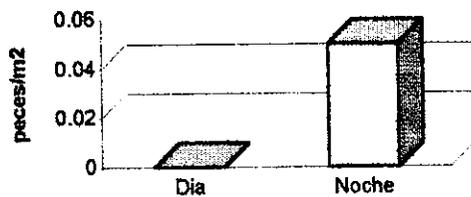
***Gymnachirus mela***



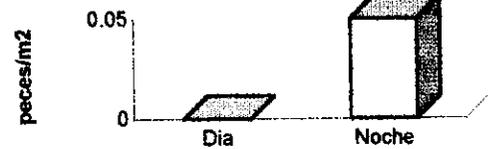
***Strongylura notata***

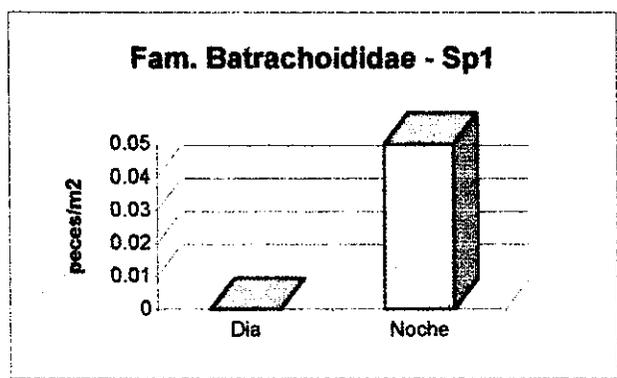
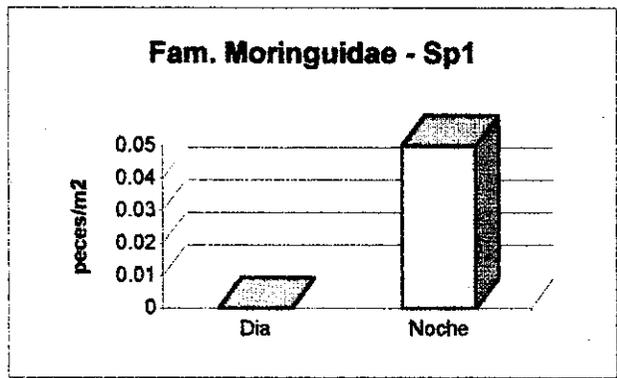
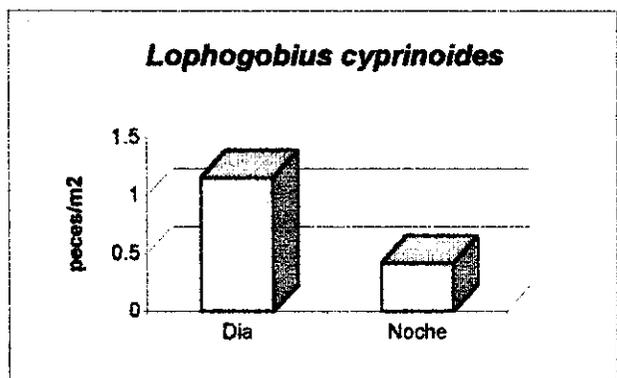
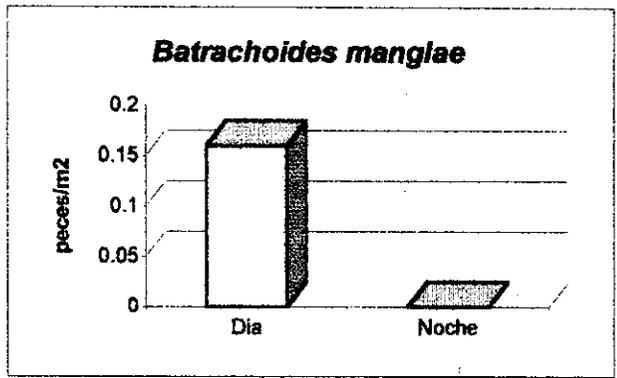
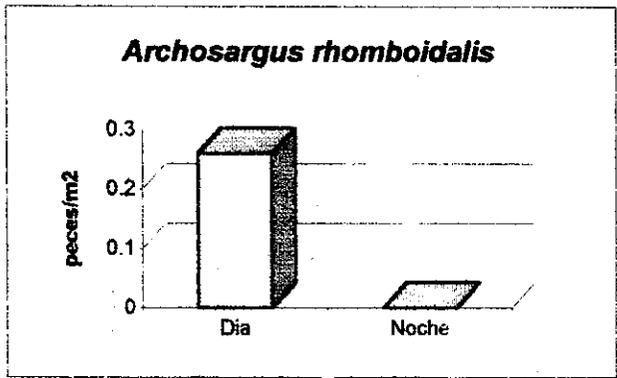


***Atherinomorus stipes***



***Malacoctenus aurolineatus***



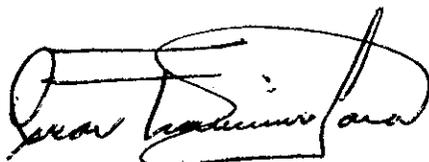




**JORGE LUIS GALINDO AREVALO**  
**AUTOR DE LA TESIS**



**MSc. Lic. ALEJANDRO ARRIVILLAGA**  
**ASESOR**



**MSc. Lic. OSCAR FRANCISCO LARA**  
**DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGIA**



**Lic. JORGE R. PEREZ FOLGAR**  
**DECANO**

