

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

**INFORME FINAL  
SERVICIO, DOCENCIA E INVESTIGACIÓN  
TORTUGARIO DE MONTE RICO  
Y  
ASOCIACIÓN DE BIOLOGÍA MARINA DE GUATEMALA –ABIMA-  
DE JULIO A DICIEMBRE DE 2008**

Br. VICTOR MANUEL GUDIEL CORONA  
SUPERVISOR: Lic. BILLY ALQUIJAY  
ASESOR TORTUGARIO: Ing. Agr. ROBERTO GONZALEZ  
ASESORA ABIMA: Dra. LUCIA GUTIERREZ

## INTRODUCCIÓN

Las prácticas de servicio y docencia de EDC las realicé en el Tortugario de Monterrico y en la Asociación de Biología Marina de Guatemala – ABIMA, ambas instituciones son completamente independientes. En el Tortugario de Monterrico realice más horas de docencia que de servicio, mientras que en ABIMA realicé solo horas de servicio. Las horas de servicio y docencia las realicé durante el segundo semestre del año en curso. Realicé varias actividades en donde apliqué los conocimientos adquiridos durante los años de la carrera. Así mismo, estas actividades me proporcionaron experiencia y formación para mi vida personal y profesional. Organicé una actividad de educación ambiental y de apoyo para el tortugario denominada *Guatemala, un tesoro natural* y considero que esta fue una de las actividades más importantes y a la cual dediqué bastante tiempo y esfuerzo.

Por otra parte, como horas de servicio, brindé apoyo en los viajes de campo y en el trabajo de laboratorio del proyecto denominado *Plan de Monitoreo Marino del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique: Biodiversidad Marina e impactos antropogénicos*, ejecutado por ABIMA con fondos de USAID. Cabe mencionar que he concluido con éxito las 40 horas de servicio en el Herbario de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La investigación que realicé no estuvo a cargo de ninguna institución, pero recibí gran apoyo de ABIMA, de la Fundación Mario Dary – FUNDARY, de la Universidad de San Carlos de Guatemala – USAC, y de la Asociación de Estudiantes de Farmacia – AEQ, 2008.

## **1. ACTIVIDADES DE SERVICIO**

### **1.1. Nombre de la actividad**

Inauguración de la temporada de tortugas marinas en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico.

#### **Objetivo**

Apoyar en las actividades requeridas durante el evento.

#### **Descripción**

La inauguración de la temporada de tortugas marinas es un evento que se realiza en Julio de cada año en la Reserva Natural de Usos Múltiples de Monterrico. En este evento participa CONAP, CECON, Guarda recursos y gente de la comunidad de Monterrico que de alguna manera están involucrados en el tema de las tortugas marinas.

#### **Resultados**

Se dio énfasis en la importancia de la conservación de las tortugas marinas como un recurso turístico y de ingresos económicos para las personas de la comunidad de Monterrico (ver Anexos).

#### **Limitaciones**

Poca afluencia de gente de la comunidad de Monterrico.

### **1.2. Nombre de la actividad**

Limpieza del centro de incubación

#### **1.2.1. Objetivo**

Limpiar el centro de incubación.

#### **1.2.2. Descripción**

El centro de incubación es el lugar en donde se entierran los huevos de tortugas que los parlameros llegan a dejar. En este lugar los huevos son incubados hasta que los neonatos de tortugas salen del nido. El lugar se ensucia con hojas secas de los árboles circundantes y con las cáscaras viejas de los huevos de donde ya han salido tortugas.

#### **1.2.3. Resultados**

Limpie tres veces el centro de incubación, quitando cáscaras viejas y hojas secas.

#### **1.2.4. Limitaciones**

Esta actividad hay que realizarla muy temprano, ya que el sol de medio día es muy desgastante.

### **1.3. Nombre de la actividad**

Siembra de huevos de tortugas marinas en el centro de incubación

#### **1.3.1. Objetivo**

Ayudar en la siembra de huevos de tortugas marinas en el centro de incubación.

#### **1.3.2. Descripción**

Los huevos de tortugas marinas que llegan al tortugario provienen de parlameros que salen en las noches a buscar tortugas marinas desovando. Según la ley, ellos deben entregar al tortugario el 20% de los huevos que tienen, el resto lo venden al tortugario. Los huevos deben sembrarse en la arena lo antes posible dentro de un hoyo de 30cm de profundidad y 20cm de diámetro aproximadamente. Todos los nidos quedan debajo de un sarán que proporciona sombra para mantener una adecuada temperatura.

#### **1.3.3. Resultados**

Debido a la baja afluencia de tortugas marinas desovando, durante mi estadía en el tortugario solo pude sembrar 15 nidos aprox.

#### **1.3.4. Limitaciones**

Por lo general los huevos son recogidos por la noche, pero no son sembrados inmediatamente, si no que hasta en la mañana son llevados por los parlameros al tortugario. Sin embargo el éxito de eclosión de huevos en el tortugario es alto.

### **1.4. Nombre de la actividad**

Pintada del rotulo del tortugario que esta frente a la playa.

#### **1.4.1. Objetivo**

Mejorar la imagen física del tortugario de monterrico.

#### **1.4.2. Descripción**

Frente a la playa de Monterrico hay una entrada al tortugario, la cual tiene un rotulo circular cuya pintura ya estaba descascarada y desgastada. Mucha gente entra al tortugario por esa entrada y la apariencia del rótulo no era adecuada para recibir a la gente. Para pintar el rotulo recibí colaboración de varios amigos que en tres sesiones logramos terminar el rótulo.

#### **1.4.3. Resultados**

El rótulo quedo completamente pintado dándole un mejor aspecto al tortugario de Monterrico.

#### **1.4.4. Limitaciones**

El sol y los zancudos fueron la mayor limitante.

## **1.5. Nombre de la actividad**

Caminata nocturna para el avistamiento de tortugas marinas.

### **1.5.1. Objetivo**

Colectar los huevos de las tortugas de parlama que salen a oviponer antes que los colecte un parlamero y llevarlos al Tortugario de Monterrico.

### **1.5.2. Descripción**

En Monterrico, las tortugas de parlama por lo regular salen a oviponer en la noche, cuando la marea es alta. Las salidas las realicé de 8:00 P.M. a 11:00 P.M. Utilicé la luz de la luna para orientarme y observar alguna tortuga, pero en ocasiones las nubes tapaban la luz de la luna, en esos casos utilicé una linterna.

### **1.5.3. Resultados**

Realicé 16 caminatas nocturnas a lo largo de la playa, cada caminata duró de 2 a 3hrs. En cada caminata me acompañaban entre 8 a 12 personas. En total logré observar solo tres tortugas, de las cuales solo logré obtener los huevos de una. Estos los lleve al tortugario.

### **1.5.4. Limitaciones**

Este año muy pocas tortugas de parlama salieron a oviponer.

## **1.6. Nombre de la actividad**

Primer viaje de campo a Pto. Barrios como apoyo al proyecto denominado "Plan de Monitoreo Marino del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique: Biodiversidad Marina e impactos antropogénicos" ejecutado por ABIMA.

### **1.6.1. Objetivos**

Apoyar en las actividades requeridas durante el viaje de campo.

### **1.6.2. Descripción**

Salí rumbo a Pto. Barrios el viernes 5 de septiembre de 2008. El sábado 6 y domingo 7 de septiembre apoye en el monitoreo subacuatico de los diferentes puntos de muestreo. El lunes 8 de septiembre regresé a la ciudad capital.

### **1.6.3. Resultados**

En este primer viaje me acople a la metodología y realicé algunas anotaciones sobre los diferentes tipos de sustrato presentes en los diferentes puntos de muestreo. Así mismo ayude a tomar datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto a lo largo de un perfil vertical.

#### **1.6.4. Limitaciones**

Debido al horario de clases no pude asistir desde el inicio del viaje de campo, tuve que llegar después.

#### **1.7. Nombre de la actividad**

Segundo viaje de campo a Pto. Barrios como apoyo al proyecto denominado "Plan de Monitoreo Marino del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique: Biodiversidad Marina e impactos antropogénicos" ejecutado por ABIMA.

##### **1.7.1. Objetivo**

Apoyar en las actividades requeridas durante el viaje de campo.

##### **1.7.2. Descripción**

El segundo viaje de campo fue del jueves 2 al domingo 5 de octubre de 2008. El regreso fue el lunes 6 de octubre.

##### **1.7.3. Resultados**

Al igual que en el primer viaje, realice varias inmersiones para apoyar en el monitoreo de los diferentes puntos de muestreo. Realicé anotaciones de los tipos de sustrato y medí el tamaño de algunos corales duros. Así mismo ayude a tomar datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto en un perfil vertical.

##### **1.7.4. Limitaciones**

Ninguna

#### **1.8. Nombre de la actividad**

Trabajo de laboratorio para el proyecto denominado "Plan de Monitoreo Marino del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique: Biodiversidad Marina e impactos antropogénicos" ejecutado por ABIMA.

##### **1.8.1. Objetivo**

Apoyar en los análisis de agua y en la filtración del sedimento colectado en Pto. Barrios.

##### **1.8.2. Descripción**

Utilizamos un espectrofotómetro y diferentes reactivos para determinar concentraciones de nitratos, nitritos y fosfatos. Para separar el sedimento de las muestras de agua utilizamos un sistema de filtrado al vacío.

##### **1.8.3. Resultados**

Asistí a cuatro sesiones de trabajo de laboratorio donde apoyé en el procedimiento para el análisis de agua y en el procedimiento para la filtración del sedimento.

#### **1.8.4. Limitaciones**

Ninguna

#### **1.9. Nombre de la actividad**

Inventario y organización de libros y folletos de ABIMA

##### **1.9.1. Objetivo**

Organizar y presentar un inventario de los libros y folletos de ABIMA.

##### **1.9.2. Descripción**

La biblioteca de ABIMA posee varios libros, folletos y revistas que requerían ser inventariadas y organizadas.

##### **1.9.3. Resultados**

Realicé 6 sesiones de trabajo de oficina donde realice el inventario de libros, revistas y folletos de ABIMA. Así mismo los organicé según el tipo de material.

##### **1.9.4. Limitaciones**

Debido a que no contaba con una computadora, tuve que realizar el inventario a mano.

#### **1.10. Nombre de la actividad**

Apoyo en las actividades del Herbario USCG

##### **1.10.1. Objetivo**

Apoyar en las actividades del Herbario USCG

##### **1.10.2. Descripción**

El Herbario USCJ se ubica en la zona 10 e intercambia especímenes con diferentes herbarios de Guatemala y de otros países, tal es el caso del BIGU, el de Agronomía, el de la Universidad Zamorano de Honduras y el Missouri Botanical Garden.

##### **1.10.3. Resultados**

Realicé 40 horas de servicio. De acuerdo a la demanda de plantas por parte de los herbarios antes mencionados, mi trabajo en el Herbario USCG estuvo enfocado a realizar paquetes y registro de plantas para intercambio. Así mismo arregle el montaje de algunos especímenes para intercambio.

##### **1.10.4. Limitaciones**

Ninguna

## **2. ACTIVIDADES DE DOCENCIA**

### **2.1. Nombre de la actividad**

Charlas sobre tortugas marinas y educación ambiental.

#### **2.1.1. Objetivo**

Apoyar en la conservación de las tortugas marinas y la conservación del buen estado de las playas.

#### **2.1.2. Descripción**

Las visitas al Tortugario de Monterrico las realicé los sábados y domingos de julio y parte de agosto de 2008. Durante la mañana y tarde realicé pláticas sobre la biología de las tortugas marinas y su conservación. Así mismo algunas pláticas las enfoqué al cuidado de las playas.

#### **2.1.3. Resultados**

Realicé 7 visitas al tortugario los fines de semana de julio y parte de agosto, en las cuales logré atender a muchas personas que visitaron el tortugario.

#### **2.1.4. Limitaciones**

El lugar muy retirado.

### **2.2. Nombre de la actividad**

Caminata nocturna para el avistamiento de tortugas marinas en la Reserva de Usos Múltiples de Monterrico.

#### **2.2.1. Objetivo**

Explicar y observar el proceso de puesta de huevos de las tortugas de parlama.

#### **2.2.2. Descripción**

Las tortugas de parlama en monterrico por lo regular salen a oviponer en la noche, cuando la marea es alta. A los visitantes que llegaban al tortugario durante el día, los invitaba a la caminata nocturna, la cual iniciaba a las 8:00 P.M. Utilizamos la luz de la luna para ir observando, pero en ocasiones las nubes tapaban la luz de la luna, por lo que utilizábamos las linternas.

#### **2.2.3. Resultados**

Realicé 16 caminatas nocturnas a lo largo de la playa, cada caminata duró de 2 a 3hrs. En cada caminata me acompañaban entre 8 a 12 personas. En total logré observar solo tres tortugas.

#### **2.2.4. Limitaciones**

La gente demuestra su desconfianza y no asiste a la caminata por ser de noche. Mucha gente no soporta caminar tanto y se regresa a media caminata.

### **2.3. Nombre de la actividad**

¡Guatemala, un tesoro natural!

#### **2.3.1. Objetivos**

- Recaudar fondos monetarios para mejorar las instalaciones del tortugario de Monterrico.
- Dar a conocer parte de la riqueza natural que Guatemala posee, con el enfoque y el propósito de valorarla y protegerla.

#### **2.3.2. Descripción y Resultados**

El 16 de agosto del presente año, con el apoyo de la Organización de Estudiantes de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Centro de Estudios Conservacionistas de la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico, organicé un evento denominado **Guatemala ¡¡¡un tesoro natural!!!** El evento se realizó de 10:00 A.M. a 6:00 P.M. en las instalaciones del tortugario de Monterrico y participaron en la organización 23 estudiantes de biología.

Las personas que asistieron pudieron escuchar charlas sobre tortugas marinas, ballenas, delfines, murciélagos y el buen uso del agua; así también la Asociación de Biología Marina de Guatemala se hizo presente y dio a conocer sus proyectos. El Herpetólogo del Zoológico la Aurora, Carlos Patzan, dio charlas y exhibiciones de serpientes, la gente pudo tocarlas y tomarse fotos con ellas. Diego Elías y Elizabeth Alburez exhibieron sus fotografías sobre mega fauna marina del Pacífico guatemalteco. Los niños también disfrutaron y aprendieron de actividades como: reciclaje de papel, pintura, origami, pinta caritas y títeres.

Para saciar un poco el hambre y la sed, los visitantes pudieron degustar de ceviches y refrescos naturales bien fríos.

En la noche realizamos un recorrido por la playa con el afán de encontrar tortugas marinas desovando, ¡tuvimos la dicha de observar una y sembrar sus huevos en el tortugario!, fue una experiencia increíble para todos.

A pesar de que no logramos llegar a la meta de Q.25,000, estamos seguros que el evento produjo un impacto positivo en las personas que nos visitaron, especialmente en los niños y en la gente de monterrico.

#### **2.3.3. Limitaciones**

La logística y organización de un evento como este requiere mucho tiempo y dedicación, por lo que es indispensable contar con el apoyo de varias personas.

### **3. ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Nombre de la actividad**

Elaboración del protocolo de investigación y gestión de las licencias de colecta e investigación.

##### **3.1.1. Objetivo**

- Obtener la aprobación por parte de mi asesor
- Obtener las licencias de colecta e investigación

##### **3.1.2. Descripción**

En el momento en que la Dra. Lucía Gutiérrez aceptó ser mi asesora, inicié la elaboración del protocolo de investigación. Esto ocurrió a principios de diciembre de 2007.

##### **3.1.3. Resultados**

A finales de Marzo de 2008 obtuve la aprobación del protocolo denominado "Diversidad y abundancia de equinodermos en el área de Faro Rojo, caribe de Guatemala". Inmediatamente obtenida la aprobación, mande a CONAP el protocolo junto con todos documentos para el trámite. En abril del mismo año obtuve la licencia de colecta y de investigación.

##### **3.1.4. Limitaciones**

El proyecto demanda Q.10,500.

#### **3.2. Nombre de la actividad**

Búsqueda de apoyo financiero para realizar el proyecto.

##### **3.2.1. Objetivos**

- Conseguir Q10.500 ó apoyo en transporte o equipo.

##### **3.2.2. Descripción**

Gestioné en varias instituciones como Green Grant, USAC, ABIMA, FUNDARY, Centros de Estudios del Mar - CEMA, AEQ, Museo de Historia Natural – MUSHNAT, Escuela de Buceo The Big Dive y Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC. Así mismo realicé una venta de comida para recaudar fondos.

##### **3.2.3. Resultados**

Logré el apoyo financiero de la ABIMA, AEQ y de la Facultad de Farmacia. La USAC me brindó el transporte, la FUNDARY brindo personal, lancha, hospedaje y tanques de buceo. La escuela de Buceo The Big Dive brindo personal y equipo. El CEMA presto equipos para buceo autónomo y el MUSHNAT brindo frascos, alcohol y formol para fijar y preservar a los especímenes.

#### **3.2.4. Limitaciones**

Gestionar fondos requiere de mucho tiempo, paciencia y esfuerzo.

### **3.3. Nombre de la actividad**

Logística del trabajo de campo

#### **3.3.1. Objetivos**

Programar de la mejor manera posible todo el trabajo de campo de acuerdo a la metodología de muestreo.

#### **3.3.2. Descripción**

FUNDARY debía conocer sobre el cronograma de actividades y la gente que me acompañaría debía confirmar su asistencia.

#### **3.3.3. Resultados**

Concreté las fechas y la organización con la FUNDARY. Por otro lado, dejé listo todo el dinero y equipo para el trabajo de campo. Cinco compañeros de biología confirmaron su participación en el trabajo de campo.

#### **3.3.4. Limitaciones**

Fue difícil conseguir las personas que me acompañarían al muestreo.

### **3.4. Nombre de la actividad**

Ejecución del trabajo de campo

#### **3.4.1. Objetivos**

- Obtener datos y colectas de acuerdo a la metodología.
- Completar la metodología.

#### **3.4.2. Descripción**

La metodología fue un tanto modificada. La metodología la completamos en dos viajes de campo, uno en abril de 2008 y otro en mayo del mismo año.

#### **3.4.3. Resultados**

Registré los deferentes tipos de sustratos, obtuve datos de abundancia y riqueza de equinodermos, y colecte varios individuos de diferentes especies. Algunas de estas especies son nuevos registros para las colecciones de invertebrados de los museos de Guatemala y es probable que algunas de estas especies sean nuevos registros para toda Guatemala.

#### 3.4.4. Limitaciones

Falta de experiencia. Es necesario realizar un viaje de reconocimiento de campo.

#### 3.5. Nombre de la actividad

Elaboración del Informe Final

##### 3.5.1. Objetivos

Lograr la aprobación de mi asesor.

##### 3.5.2. Descripción

En mayo y junio estuve realizando el informe final. Por la naturaleza de mis datos, utilice estadística descriptiva y no paramétrica para el análisis de los datos.

##### 3.5.3. Resultados

Obtuve la aprobación de mi asesor en enero de 2009.

##### 3.5.4. Limitaciones

Debilidad en algunos conceptos estadísticos

#### 4. ACTIVIDADES NO PLANIFICADAS

Ninguna

#### 5. CUADRO DE RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE EDC

Programa Universitario	Institución	Actividad	Fecha de la Actividad 2008	Horas EDC ejecutadas
Servicio	Tortugario	Inauguración de la temporada de tortugas marinas	Julio	6
	Tortugario	Limpieza del centro de incubación	Julio	5
	Tortugario	Siembra de huevos	Julio	5
	Tortugario	Pintada del rotulo del tortugario	Julio	20
	Tortugario	Caminata nocturna para avistamiento de tortugas	Julio/Agosto	35
	ABIMA	Dos viajes de campo a Puerto Barrios	Septiembre/Octubre	168

	<b>Institución</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha de la actividad 2008</b>	<b>Horas EDC ejecutadas</b>
<b>Servicio</b>	ABIMA	Trabajo de Laboratorio	Septiembre/Octubre	12
	ABIMA	Inventario de libros	noviembre/diciembre	24
	Herbario USCG	Servicio	Julio	40
<b>Docencia</b>	Tortugario	Charlas sobre tortugas marinas y educación ambiental	Julio/Agosto	80
	Tortugario	Caminatas y charlas nocturnas para el avistamiento de tortugas marinas	Julio/Agosto	35
	Tortugario	Organización del evento <i>Guatemala, un tesoro natural</i>	Julio/Agosto	120
	Tortugario	Ejecución del evento <i>Guatemala, un tesoro natural</i>	Agosto	24
<b>Investigación</b>	Personal	Elaboración del Protocolo	Noviembre 2007 a abril 2008	90
	Personal	Gestión de licencias CONAP	Abril	8
	Personal	Gestión de fondos y equipo	Enero / Abril	480
	Personal	Organización del trabajo de campo	Marzo/Abril	48
	Personal	Ejecución del trabajo de campo	Abril/Mayo	264
	Personal	Elaboración del informe final	Mayo/Enero 2009	175

**Total horas de servicio: 315**

**Total de horas EDC: 1639**

**Total horas de docencia: 259**

**Total horas de investigación: 1065**



## Diversidad, abundancia y distribución de equinodermos en el área de Faro Rojo, Caribe de Guatemala.

Victor Manuel Gudiel Corona

Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología.  
Programa de Experiencias Docentes con La Comunidad – EDC. Correo electrónico: vgudiel@oebusac.org  
Asesora: Dra. Lucia Gutiérrez; lmgutierrez@att.net.  
Supervisor: Lic. Billy Alquijay  
Entregado en Junio de 2008 y aprobado en ...

---

**Resumen:** Se realizaron conteos de individuos del Filo Echinodermata a lo largo de cuatro transectos para determinar su abundancia. El índice de Shannon-Wiener se utilizó para estimar la diversidad. La equidad se estimó con el índice  $J'$  de Pielou. Se encontraron 11 especies de las cuales nueve son nuevos registros para las colecciones de invertebrados de los museos de Guatemala, y es probable que también sean nuevos registros para la República de Guatemala. Se contaron un total de 987 individuos en un área de muestreo con una profundidad promedio de nueve metros. La alta dominancia de *Ophiothrix suensonii* influyo notablemente en el índice de equidad  $J'$  que fue de 0.16, mientras que al obviar dicha especie el valor de equidad aumento a 0.63. Se realizó una caracterización de los tipos de sustrato presentes en el hábitat subacuático de Faro Rojo, para lo cual se establecieron diez categorías de sustratos. Se observaron siete categorías de sustrato, siendo el sedimento el sustrato predominante seguido por las algas indicadoras de nutrientes como *Caulerpa* y *Dictyota*, cuya presencia en el área es notable. Por lo tanto es probable que el área de Faro Rojo este influenciada por altas cantidades de sedimento y nutrientes, como fósforo y nitrógeno provenientes de los ríos. Seguramente Río Dulce es el que más influye en el área de Faro Rojo debido a su cercanía, contaminación y desembocadura relativamente grande. Los índices de distribución sugieren patrones de distribución agregados, tanto para las especies como para los tipos de sustrato; por lo que se presume que las especies tengan preferencia por uno o varios tipos sustrato y se agrupen de acuerdo a dicha preferencia.

---

El Filo Echinodermata comprende a invertebrados exclusivamente marinos que se distribuyen desde la zona intermareal hasta las grandes profundidades oceánicas, sin embargo la mayoría son bentónicos, esto quiere decir que pasan su vida en el suelo marino (Vélez, 1971). Taxonomicamente se clasifican en 5 clases: Crinoidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea y Asteroidea, las cuales incluyen a invertebrados comúnmente conocidos como lirios de mar, estrellas quebradizas, erizos, pepinos y estrellas de mar

(Brusca y Brusca, 2005). La presencia de los equinodermos es notable e importante en los arrecifes de coral (García, *et al.* 2005), entender su ecología permite en gran medida comprender la estructura y el funcionamiento de las comunidades coralinas (Bolaños, *et al.* 2005).

Las investigaciones sobre equinodermos en las costas guatemaltecas son nulas. En la búsqueda de antecedentes para Guatemala solo se encontró una "Evaluación Ecológica Rápida, en el Área Protegida Punta de Manabique" (FUNDARY, 2001),

en donde se listan algunas especies de equinoideos, holoturoideos, asteroideos, corales, esponjas, entre otros, y se hace una discusión sobre el estado de algunos de los ecosistemas marinos presentes en la costa caribeña de Guatemala.

Hace falta mayor conocimiento científico que sustente, valore y defina la composición, estructura y funcionamiento del paisaje subacuático del Caribe guatemalteco. Este se ve amenazado por la sedimentación y contaminación de la gran cuenca del Motagua y otros afluentes como Río Dulce y Río Sarstun. (FUNDARY-ONCA, 2001). En el Caribe guatemalteco las condiciones climáticas son variables

por la influencia de los vientos que predominantemente entran desde el Noreste (FUNDARY-ONCA, 2001).

Faro Rojo es el área de estudio ubicada en las coordenadas  $15^{\circ} 50' 87''$ N y  $88^{\circ} 40' 37''$ O, a 8.2km de Livingston y 15.5Km de Pto. Barrios (figura 1), con una profundidad de 6 a 12m. El hábitat subacuático de Faro Rojo se ve influenciado por leves corrientes submarinas, las cuales pueden aumentar cuando los vientos se incrementan. El río más cercano es Río Dulce, este posee una desembocadura de aproximadamente 1,600m.

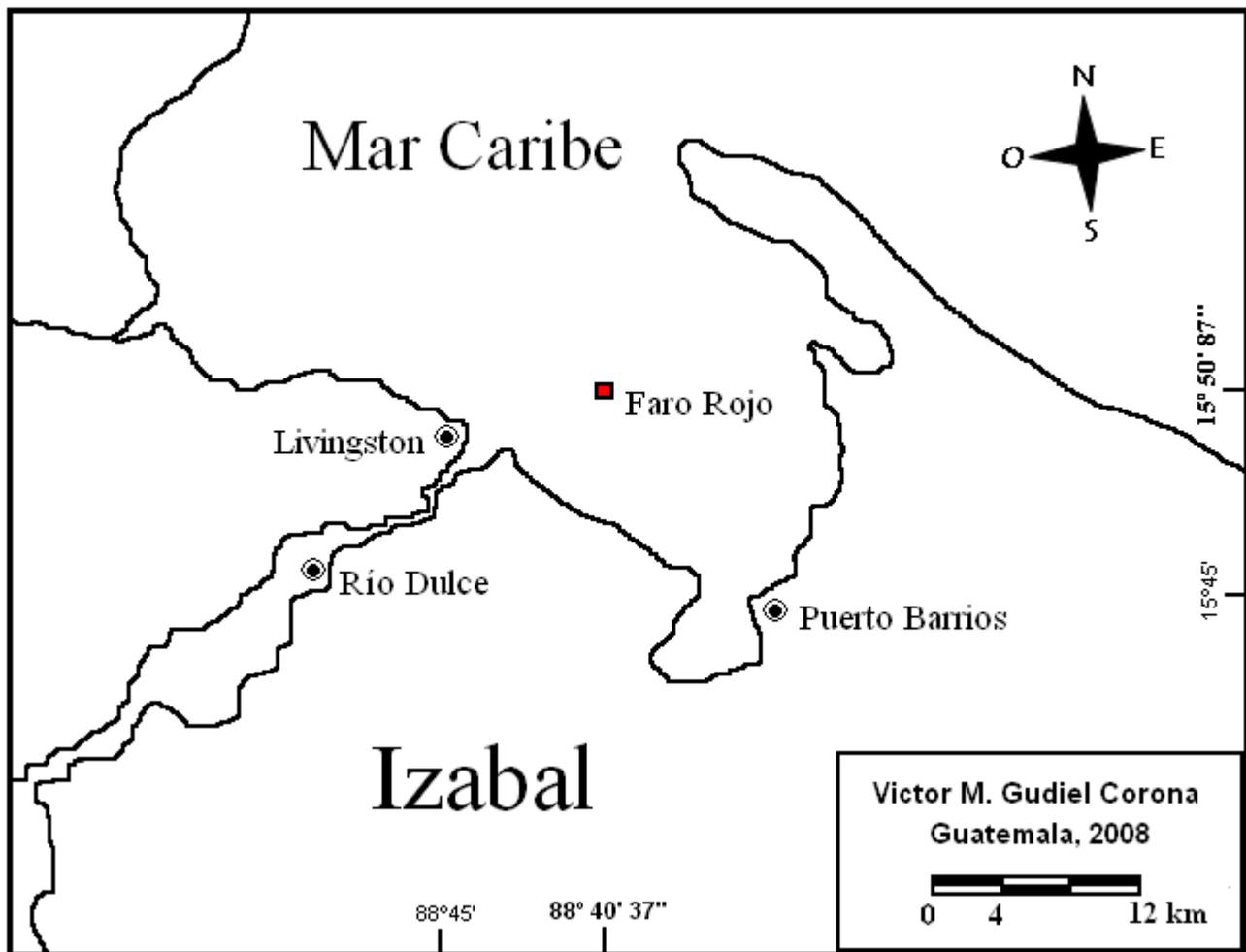
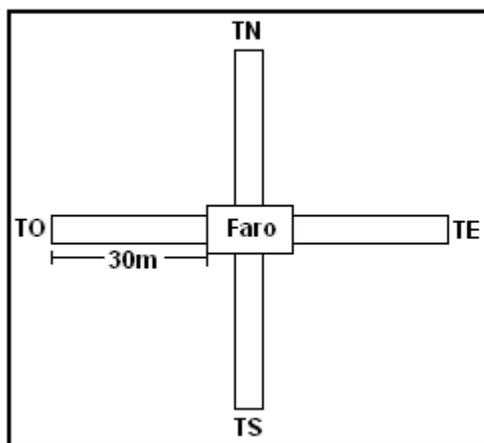


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio y lugares de referencia

Este trabajo da a conocer la diversidad, abundancia y distribución de equinodermos en el área de Faro Rojo. También muestra una caracterización de los tipos de sustrato presentes en esta área, así como su dominancia en porcentaje de cobertura. De esta manera se desea dar un conocimiento sobre los equinodermos a una escala de diversidad alfa, la cual refleja las relaciones ecológicas que se encuentran en un espacio puntual (Moreno, 2001). Esto da lugar a que posteriormente se realicen estudios a una escala beta y gama, los cuales pueden favorecer para que la panorámica actual del Caribe guatemalteco vaya mejorando.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en abril y mayo de 2008. La metodología requirió equipo de buceo SCUBA. Se establecieron cuatro transectos de 5 x 30m, distribuidos alrededor del faro y desplazados hacia cada punto cardinal: Transecto Norte (TN), Transecto Sur (TS), Transecto Oeste (TO) y Transecto Este (TE) (figura 2). Cada transecto se delimitó con un lazo previamente medido, marcado cada metro con pintura de aceite roja.



**Figura 2.** Disposición de los transectos alrededor del faro. Los transectos son de 5 X 30m.

Cada metro se registró el tipo de sustrato, esto se repitió 30 veces a lo largo de cada transecto siguiendo la metodología de Reef Check (Hodson, *et*

*al.* 2005). Se utilizó la clasificación de sustratos que se muestra en el cuadro 1.

### CUADRO 1

Clasificación de sustratos según la metodología de Reef Check (Hodson, *et al.* 2005).

Tipo de sustrato	Abreviatura
Coral Duro	Hc
Sedimento	Si
Esponja	Sp
Roca	Rc
Alga Indicadora de Nutrientes	NIA
Arena	Sd
Fragmentos de Roca y Coral	Rb
Coral Duro Recién Muerto	RKC
Coral Blando	Sc
Otros	Ot

Los individuos observados en los transectos se contabilizaron y registraron por morfoespecie y por tipo de sustrato donde fueron encontrados. Esto último se registró para detectar posibles tendencias de las especies a preferir algún tipo de sustrato y así entender mejor su distribución. En cada transecto se colectaron de forma manual algunos individuos de cada morfoespecie.

Las anotaciones se hicieron con lápiz en un cilindro de escritura que llevamos en el antebrazo. Este cilindro es un tubo de PVC de 10cm de diámetro x 18cm de largo, con 3 agujeros perforados cerca de una de las orillas a través de los cuales se atan hules gruesos que pasan sobre la muñeca (Almada-Villela, *et al.* 2003).

La identificación de los especímenes se realizó con las guías de identificación de invertebrados marinos de Humann (1992), Meinkoth (1981) y Brusca (1980). Los especímenes colectados se anestesiaron con cristales de Hidrato de Cloral, se fijaron con formol neutralizado al 10% y se preservaron en alcohol al 70%. (Lubel, *et al.* 1992). Finalmente se depositaron en las colecciones zoológicas del Museo de Historia Natural, MUSHNAT

de la Escuela de Biología, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se utilizaron índices de dispersión, tanto para las especies como para los tipos de sustrato. La equidad se evaluó con el índice de equidad  $J'$  de Pielou. Para evaluar la dominancia se utilizó el índice de dominancia de Simpson y la diversidad se estimó con el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se contaron un total de 987 individuos distribuidos en 11 especies diferentes. Nueve especies son nuevos registros para las colecciones de invertebrados de los museos de Guatemala y es probable que también sean nuevos registros para la República de Guatemala (cuadro 2). Dos especies

están identificadas hasta familia, ya que solo existe registro fotográfico debido a que los especímenes se echaron a perder.

De las cinco clases del filo Echinodermata, la clase Crinoidea presentó cero individuos, mientras que la clase Ophiuroidea fue la más abundante con 920 individuos. Las clases Echinoidea, Holothuroidea y Asteroidea presentaron 52, 10 y 5 individuos respectivamente (cuadro 2). La ausencia de los crinoideos pudo haber sido por las cantidades de sedimento disueltas y por el grado de contaminación que sobrepasaron sus límites de tolerancia, restringiendo su presencia (Brusca y Brusca 2005). Muchos crinoideos errantes tienen fototactismo negativo y salen de sus escondites para alimentarse sólo por la noche (Brusca y Brusca, 2005), pudiendo estar presentes y no ser observados.

### CUADRO 2

Especies de equinodermos presentes en Faro Rojo, nuevos registros (\*), número total de individuos observados, abundancia e Índice de dispersión (I. disp.).

Especies	Número total de individuos	I. disp.
<b>Clase Ophiuroidea</b>		
* <i>Ophioderma panamense</i> (Lütken, 1859)	10	10
* <i>Ophiothrix suensonii</i> (Lütken, 1856)	910	182.2
<b>Clase Echinoidea</b>		
* <i>Diadema antillarum</i> , (Philippi, 1845)	2	2
* <i>Echinometra viridis</i> (Linnaeus, 1758)	46	17.4
<i>Eucidaris tribuloides</i> (Lamarck, 1816)	4	2
<b>Clase Holothuroidea</b>		
* <i>Holoturia mexicana</i> (Ludwin 1875)	4	2
* <i>Actinopyga</i> sp.	3	1.2
* <i>Bohadschia</i> sp.	1	1
* Familia Holothuriidae café	1	1
* Familia Holothuriidae negro	1	1
<b>Clase Asteroidea</b>		
<i>Oreaster reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	5	0.73

La clase Holothuroidea presentó la mayor riqueza, aunque *Bohadschia sp.*, Holothuriidae negro y Holothuriidae café estuvieron representadas solo por un individuo, mientras que *H. mexicana* y *Actinopyga sp.* por cuatro y tres individuos respectivamente (cuadro 2). Todos los individuos estaban alimentándose al momento de colectarlos, *Bohadschia sp.*, y Holothuriidae negro se encontraron sobre algas, con restos de estas en la boca, mientras que las otras especies se encontraron sobre sedimento (cuadro 5).

### CUADRO 3

Índice de dominancia de Simpson (I.D.), índice de equidad (J') e índice de diversidad (H') de equinodermos en Faro Rojo, con y sin *O. suensonii*.

	I. D.	J'	H'
Con <i>O. suensonii</i>	0.85	0.16	0.39
Sin <i>O. suensonii</i>	0.39	0.63	1.45

La abundancia de *Ophiolithrix suensonii* fue considerablemente mayor que la abundancia del resto de especies (cuadro 2), provocando que los índices de equidad y diversidad presentaran valores bajos. Al obviar a *O. suensonii* del análisis, los índices de equidad y diversidad aumentaron, mientras que el índice de dominancia disminuyó (cuadro 3). En varios estudios realizados alrededor del Caribe la clase Ophiuroidea ha presentado la mayor riqueza (García, *et al.* 2005; Abreu, *et al.* 2005 y Figueras, *et al.* 2005) y no reportan especies con una dominancia tan grande como en este caso con *O. suensonii*. En el estudio realizado por Bolaños, *et al.* (2005) en el Caribe de Costa Rica, la clase Ophiuroidea también presentó la mayor riqueza y *O. suensonii* presentó una abundancia de seis individuos. Este es un valor bajo comparado con *Ophiocoma echinata* que en el mismo estudio de Bolaños, *et al.* (2005) presentó una abundancia de 186 individuos. Por otro lado la abundancia de *O. suensonii* del presente estudio (910 individuos) es mucho mayor, comparada con *O. suensonii* del estudio de Bolaños, *et al.* (2005). Sin duda alguna esta especie ha encontrado en el hábitat de Faro Rojo condiciones favorables para su desarrollo. La alimentación suspensívora de esta especie la restringe a sustratos como esponjas, corales de fuego y gorgonidos, de los cuales se aprovecha

para asirse y estirar sus brazos para atrapar su alimento (Brusca y Brusca, 2005). Es muy común observarla sobre esponjas, porque aprovecha las corrientes de agua que producen cuando la sacan por el ósculo (Ruppert y Barnes, 1996). En el hábitat de Faro Rojo las esponjas ocupan el 13% de la cobertura (cuadro 4 y gráfica 1) y la cantidad de partículas orgánicas disueltas en el agua es alta, estas condiciones pueden favorecer el crecimiento de la población de *O. suensonii*. Por otro lado no observamos organismos que pueden competir con *O. suensonii* por el sustrato y que son comunes en el Caribe, como *Ophiolithrix spiculata*, *Ophiolithrix lineata*, *Ophiocoma echinata*, entre otros (Bolaños, *et al.* 2005). Este puede ser otro factor que contribuya a su proliferación. Finalmente, Faro Rojo es un área frecuentada por pescadores artesanales, probablemente la dominancia desmedida de *O. suensonii* es el reflejo del impacto de la pesca que ha disminuido o eliminado sus depredadores.

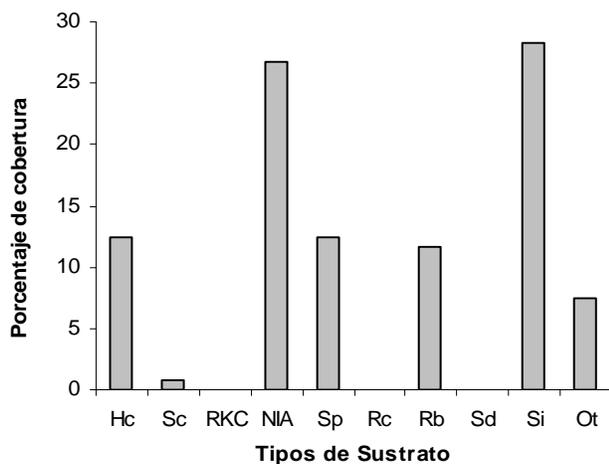
### CUADRO 4

Media, porcentaje de cobertura (C. %) e índice de dispersión (I. disp.) de los tipos de sustrato observados a lo largo de los cuatro transectos.

Sustrato	Media	C. %	I. disp.
Hc	3.75	12.50	2.4
Sc	0.25	0.83	1
RKC	0	0.00	0
NIA	8	26.67	1.7
Sp	3.75	12.50	1.3
Rc	0	0.00	0
Rb	3.5	11.67	1.8
Sd	0	0.00	0
Si	8.5	28.33	1.6
Ot	2.25	7.50	1.3

La segunda especie más abundante fue *Echinometra viridis* (cuadro 2). Esta especie es muy común en aguas poco profundas donde existen algas, esponjas y corales. Como la mayoría de los erizos de mar, esta puede alimentarse de algas o puede ser sedimentívora (Brusca y Brusca, 2005). Seguramente *E. viridis*, por su tipo de alimentación, se ve favorecido por la cantidad de sedimento y algas que abundan en

Faro Rojo (cuadro 4 y gráfica 1). Por otro lado, Konnorov, (2001) estudia la población de *Echinometra lucunter* en un área de La Habana Cuba, y menciona a *Balistes vetula*, *Melichtys niger* y *Canthydermis sp.* como peces depredadores de *E. lucunter*. Así mismo concluye que mientras más irregulares son los sustratos, más número de refugios presentará el hábitat, lo que aumenta las posibilidades para que los erizos colonicen un área determinada. Faro Rojo presenta agregados de corales junto a esponjas, algas y otras especies que forman estructuras cavernosas. Al igual que *E. lucunter*, puede ser que estas características sirvan de refugio a *E. viridis*, ya que son especies muy parecidas. Los individuos observados de esta especie se encontraron metidos en este tipo de estructuras cavernosas. Esta característica del hábitat puede ser otro factor que contribuya al desarrollo de la población. Sin embargo, posteriormente se puede evaluar la presencia y relación de las especies depredadoras de *E. lucunter* (mencionadas en el estudio de Konnorov, 2001), con *E. viridis*.



**Grafica 1:** Comparación del porcentaje de cobertura entre las categorías de sustratos establecidos. Coral duro (Hc), Coral blando (Sc), Coral recién muerto (RKC), Algas indicadoras de nutrientes (NIA), Esponjas (SP), Rocas (Rc), Fragmentos de roca y coras (Rb), Arena (Sd), Sedimento (Si), Otros (Ot).

Se presume que la abundancia de *Ophioderma panamense* y *Eucidaris tribuloides* pudo haber sido mayor. Es muy probable que muchos de los individuos de estas especies no hayan sido

observados, debido a que habitan en grietas muy profundas. Por otra parte el resto de las especies presentaron muy pocos individuos, en comparación con *O. suensonii* y *E. viridis* (cuadro 2).

Se observaron siete de las 10 categorías de sustratos establecidas. El sedimento y las algas indicadoras de nutrientes fueron los sustratos con cobertura dominante, a diferencia de RKC, Rc y Sd que tuvieron cero observaciones (cuadro 4 y gráfica 1).

El hábitat de Faro Rojo se ve afectado por varios ríos que desembocan en la bahía. Es muy probable que Río Dulce sea el que más influye en el alto porcentaje de cobertura de sedimento (gráfica 1). Así mismo, la contaminación de este río puede llevar concentraciones considerables de fósforo y nitrógeno, evento que puede ser demostrado por el alto porcentaje de cobertura de algas indicadoras de nutrientes (gráfica 1). El alto crecimiento de estas también puede ser consecuencia de la pesca artesanal, que ha mermado o eliminado las poblaciones de peces herbívoros. Por otro lado, la abundancia de *D. antillarum* fue muy baja, únicamente se observaron dos individuos. Siendo famosa como devoradora de algas y pastos marinos (Garrido, 2003), sería interesante saber porque en el hábitat de Faro Rojo la población tiene tan pocos individuos, habiendo tanto alimento disponible.

Se observó que los individuos tienden a preferir un determinado tipo de sustrato (cuadro 5), aunque esto no se considera preciso para especies con menos de cinco individuos. Por otra parte, los índices de distribución muestran valores mayores a uno, tanto para las especies de equinodermos (exceptuando a *O. reticulatus*) como para los sustratos registrados en el hábitat de Faro Rojo (cuadro 2 y 4). Para las especies con menos de cinco individuos, los índices de distribución no presentan un dato confiable, por lo que no se tomaron en cuenta. El índice de distribución mayor a uno, sugiere que las especies de equinodermos y los tipos de sustrato poseen un patrón de distribución agregado (Krebs, 1999). Para las especies de equinodermos, ocurre que las condiciones y factores que afectan la supervivencia de los individuos no se mantienen constantes (Rabinovich, 1978). Por lo tanto, es muy probable que las especies de equinodermos, de acuerdo a sus requerimientos biológicos, dependan de un determinado sustrato. La distribución de los equinodermos podría estar influenciada por los tipos de sustrato presentes en Faro Rojo y su patrón de distribución. De esta manera, el

sustrato puede ser un factor determinante que favorece el desarrollo de algunas especies y lo restringe para otras.

El índice de dispersión de *O. reticulatus* mostró un valor cercano a uno, lo que sugiere un patrón de dispersión al azar (Krebs, 1999); por lo que cualquier sitio del hábitat es ideal. Puede ser que esta especie, debido a sus estrategias alimenticias y de supervivencia, sea la más tolerante y versátil a cambios del hábitat siendo la que menos depende de un sustrato específico para sobrevivir.

#### CUADRO 5

Porcentaje de individuos encontrados en los tipos de sustrato establecidos. *O. panamense*, *O. suensonii* y *E. viridis* son las especies con mayor número de individuos: 10, 910 y 46 individuos respectivamente.

Especies / Sustrato	Hc	Si	Sp	NIA	Ot
<i>O. panamense</i>	----	100	----	-----	----
<i>O. suensonii</i>	5	-----	53	37	5
<i>D. antillarum</i>	----	100	----	-----	----
<i>E. viridis</i>	----	80	20	-----	----
<i>E. tribuloide</i>	----	67	33	-----	----
<i>H. mexicana</i>	----	100	----	-----	----
<i>Actinopyga sp.</i>	----	100	----	-----	----
<i>Bohadschia sp.</i>	----	-----	----	100	----
Holothuriidae café	----	100	----	-----	----
Holothuriidae negro	----	-----	----	100	----
<i>O. reticulatus</i>	----	80	----	20	----

#### CONCLUSIONES

1. Faro Rojo posee una alta riqueza de especies de equinodermos, pero su equidad es muy baja.
2. *O. suensonii* presenta una alta dominancia en el hábitat de Faro Rojo, lo cual provoca una disminución considerable en la equidad y diversidad de equinodermos.
3. La equidad y diversidad de equinodermos aumenta notablemente al obviar a *O. suensonii* del análisis.
4. Las observaciones realizadas sobre los tipos de sustrato en el que se encontraron las especies, así como el patrón de distribución agregado de las especies y los tipos de sustrato; pueden ser evidencia que los equinodermos de Faro Rojo dependan de un determinado tipo de sustrato. Esto puede variar de acuerdo a sus requerimientos biológicos y las características propias del tipo de sustrato. Sin embargo es indispensable realizar más estudios para evaluar mejor esta hipótesis.
5. El predominio del sedimento y las algas indicadoras de nutrientes pueden ser evidencia que hábitat de Faro Rojo se ve afectado por altas concentraciones de fósforo y nitrógeno, y altas cantidades de sedimento provenientes de ríos cercanos.

#### AGRADECIMIENTOS

A Dios y la virgen María que son mi principal fuente de inspiración, y a mis padres que son los principales patrocinadores del presente proyecto. A Fabiola Corona, Ana Díaz, Manuel Barrios, Alejandro Fuentes, Javier y Beto de la FUNDARY, y David Lima que formaron parte indispensable del trabajo de campo. Gracias a Gabriela Palomo por su ayuda en la identificación de los especímenes, a la Fundación Mario Dary Rivera, FUNDARY que proporciono las instalaciones, vehículos, equipo y personal necesario para poder llevar a cabo todo el trabajo de campo. Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Centro de Estudios del Mar y Acuicultura de la USAC, Asociación de Biología Marina de Guatemala (ABIMA), Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la USAC, Asociación de Estudiantes de Farmacia AEQ -

2008, Centro de Buceo The Big Dive y especialmente a Jeudy Mondragón. Emily Gudiel, Diego Gudiel, Sonia Gudiel e Ingrid Oliva. Museo de Historia Natural de la Escuela de Biología de la USAC, supervisores de EDC: Lic. Billy y Licda. Eunice. Finalmente, gracias a los compañeros y amigos de la universidad por su gran apoyo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, M, *et al.* 2005. Catálogo de los equinodermos (Echinodermata: Asteroidea y Ophiuroidea) nerítico-bentónicos del Archipiélago Cubano. *Revista Biología Tropical*. Vol.53 (Suppl. 3): 29-52, December 2005.
- Almada-Villela, P., Sale, P., *et al.* 2003. Manual para el monitoreo sinóptico del SAM. encontrado en : <http://www.mbrs.org.bz/dbdocs/tech/PMSMan03.pdf> f. 149p.
- Bolaños, N, *et al.* 2005. Diversidad y abundancia de equinodermos en la laguna arrecifal del Parque Nacional Cahuita, Caribe de Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. Vol.53 (Suppl. 3): 285-290, December 2005.
- Brusca, C. 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. 2ª ED. The University of Arizona Press. 512 p.
- Brusca, C y Brusca, G. 2005. Invertebrados. 2ª Ed. Trad. Fernando Pardo Martínez. Mc. Graw Hill, Interamericana. España. 1005 p.
- Figueras, A., *et al.* 2005. Equinodermos (Echinodermata) del Caribe Mexicano. *Revista Biología Tropical*. Vol.53 (Suppl. 3): 109-122.
- Fundación Mario Dary. 2001 no pub. Evaluación Ecológica Rápida del Refugio de Vida Silvestre Punta de Manabique, Izabal, Guatemala, C. A. PROARCA/Costas y TNC. 232 p.
- FUNDARY-ONCA (Comps). 2001. Plan Maestro del Área de Protección Especial Punta de Manabique. Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Fundación Mario Dary Rivera. Guatemala.
- García, R, *et al.* 2005. Catálogo de los equinodermos (Echinodermata: Crinoidea, Echinoidea, Holothuroidea) nerítico-bentónicos del Archipiélago Cubano. *Revista Biología Tropical*. (Int. J. Trop. Biol. Vol.53 (Suppl. 3): 9-28, December 2005.
- Garrido, M. 2003. Contribución al conocimiento de *Diadema antillarum* (philippi 1845), en canarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Departamento de Biología, Tesis doctoral.
- Hodgson, G. *et al.* 2006. Reef Check Instruction Manual: A Guide to Reef Check Coral Reef Monitoring. Reef Check Foundation. Pacific Palisades, California, USA. 86 p.
- Humann, P. 1992. Reef creature identification: Florida, Caribbean, Bahamas. Ned DeLoach, Florida. 320 p.
- Konnorov, A. 2001. Abundancia y distribución del erizo *Echinometra lucunter* (linnaeus) (echinodermata, echinoidea) en un arrecife del litoral norte de ciudad de la habana. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana. *Rev. Invest. Mar.* 22(2):107-115.
- Krebs, C. 1999. Ecological Methodology, 2ª ED, Benjamin/Cummings, EUA, 620 p.
- Lubel, A. *et al.* 1992. Guía de Prácticas de Campo, Protozoarios e Invertebrados Estuarinos y Marinos. México, AGT Editor, S.A. 101 p.
- Meinkoth, N. 1981. Field Guide to Seashore Creatures. KNOPF, New York. 813 pp.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. 1ª Ed. Zaragoza, M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. 84 p.
- Rabinovich, J. 1978. Ecología de poblaciones animales, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Departamento de Asuntos Científicos, Secretaría General de la Organización de Estados Americanos – OEA – EUA, 115p.
- Rupert, E. y Barnes, D. 1996. Zoología de los Invertebrados. 6ª ED. Mc. Graw Hill, Interamericana. México. 1114 p.
- Vélez Vegas, M. 1971. Introducción a La Ecología del Bentos Marino. Montevideo, Uruguay, Eva V. Chesneau. 98 p.