

**Medición de la eficacia de protección de una
reserva marina con base en el estudio de
comunidades de pasto marino (*Thalassia
testudinum*). Utila – Honduras**

Alicia Bustillos Ardaya

Zamorano Honduras

Diciembre del 2008

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Medición de la eficacia de protección de una
reserva marina con base en el estudio de
comunidades de pasto marino (*Thalassia
testudinum*). Utila – Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en
Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Alicia Bustillos Ardaya

Zamorano, Honduras

Diciembre del 2008

Medición de la eficacia de protección de una reserva marina con base en el estudio de comunidades de pasto marino (*Thalassia testudinum*). Utila – Honduras

Presentado por:

Alicia Bustillos Ardaya

Aprobado:

José Manuel Mora, Ph.D.
Asesor Principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director Carrera de Desarrollo
Socioeconómico y Ambiente

Steve Box Ph.D.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Bustillos, Alicia. 2008. Medición de la eficacia de protección de una reserva marina, con base en el estudio de comunidades de pasto marino (*Thalassia testudinum*) Utila - Honduras. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 45 p.

Los ecosistemas marinos constituyen los sistemas taxonómicamente más diversos, biológicamente más complejos y productivos del planeta, pero a la vez son los más frágiles. De acuerdo al Programa Mundial de las Naciones Unidas (2001), los ecosistemas marinos juegan un papel clave en los procesos de cambio ambiental y climático, ya que los arrecifes coralinos por ejemplo, protegen la costa de la erosión y son una fuente importante de recursos pesqueros y compuestos bioactivos. Con el fin de proteger los ecosistemas marinos y costeros se crearon las reservas marinas, las cuales incrementan la cantidad y el tamaño de los individuos dentro y fuera de sus límites. Lastimosamente, de las pocas reservas marinas existentes, sólo el 4% realiza y publica estudios dentro de la reserva, presentando una limitante para cuantificar la efectividad de éstas. A través de este estudio llevado a cabo en Utila, la más pequeña de las islas de la Bahía en Honduras, se comparó el beneficio que estos otorgan a los ecosistemas. Se tomaron las poblaciones de pasto marino, el cual es un indicador del estado de salud de un sistema marino y además es menos complejo que ecosistemas como los arrecifes coralinos, por lo tanto es más simple en la forma de medición. Para esto, se comparó las variables físicas del pasto marino de la reserva marina de Turtle Harbour con las variables físicas del pasto marino existente en la bahía de East Harbour, bahía donde se encuentra la ciudad de Utila Centro. Además se realizó una comparación de ambos lugares en cuanto a manejo y características físicas del medio en el que el pasto marino habita. Gracias a este estudio es posible afirmar que la bahía de Turtle Harbour abarca a una mayor cantidad de individuos juveniles. Los desechos vertidos en la bahía de East Harbour provocan sobre-crecimiento de los pastos marinos, y aún más sobre-crecimiento en las algas marinas ubicadas en la superficie de las hojas de pasto marino, lo cual provoca una alta competencia entre las poblaciones de pasto marino y las poblaciones de algas.

Palabras clave: Algas marinas, reservas marinas, impacto ambiental, ecosistemas marinos, Turtle Harbour, East Harbour.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3. RESULTADOS.....	18
4. DISCUSIÓN.....	28
5. CONCLUSIONES.....	32
6. RECOMENDACIONES.....	33
7. BIBLIOGRAFÍA.....	34
8. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Salinidad del agua: partes por millón.....	18
2. Temperatura del agua en grados centígrados.....	19
3. Visibilidad en porcentaje.....	19
4. Macrofauna presente.....	20
5. Diferencia de crecimiento entre pasto marino y algas.....	27
Figura	Página
1. Esquema ilustrativo de las interacciones de diferentes ambientes marinas.....	3
2. Esquema de <i>Thalassia testudinum</i> (A) y de <i>Syringodium filiforme</i> (B).....	4
3. Porcentaje de cobertura de Áreas Marinas Protegidas y Reservas Marinas.....	5
4. Mapa de Utila con Turtle Harbour y Utila Centro marcados en círculos.....	12
5. Áreas de muestreo Turtle Harbour (A) y East Harbour (B).....	13
6. Esquema para los transectos y cuadrantes de muestreo de pasto marino.....	14
7. Profundidades de los cuadrantes de pasto marino muestreados.....	18
8. Densidades promedio por metro cuadrado (m ²) del pasto marino.....	20
9. Porcentaje por tipo de sedimento en East Harbour, Utila, Honduras, 2008.....	21
10. Porcentaje por tipo de sedimento en Turtle Harbour.....	21
11. Porcentaje por color del sedimento en East Harbour.....	22
12. Porcentaje por color de sedimento en Turtle Harbour.....	22
13. Ancho promedio en centímetros (cm) del pasto marino.....	23
14. Altura promedio en centímetros (cm) del pasto marino en.....	23
15. Área promedio en centímetros cuadrados (cm ²) del pasto marino.....	24
16. Cantidad promedio en unidades de flores del pasto marino.....	24
17. Hojas nuevas en unidades por planta de pasto marino en.....	25
18. Hojas viejas en unidades por planta de pasto marino.....	25
19. Cobertura de algas promedio en porcentaje (%) del pasto marino.....	26
20. Relación profundidad con altura en ambos lugares.....	27

Anexo	Página
1 Operacionalización de variables para la caracterización del pasto marino	38
2 Materiales necesarios para la toma de datos en el campo.....	39
3 Proceso de toma de muestras	40
4 Plantilla usada para la toma de datos del pasto marino	41
5 Esquema de cuadrante	42
6 Ejemplo de fotografía tomada en East Harbour.....	43
7 Ejemplo de fotografía tomada en Turtle Harbour.....	44
8 Detalle de sedimentos	45

1. INTRODUCCIÓN

El ambiente marino es un medio muy valioso ya que los océanos proveen el 99% de los espacios habitados por seres vivos disponibles del planeta, cubren el 71% de la superficie de la tierra y contienen el 90% de la biósfera (Mumby PJ, 2007). Los ambientes marinos poseen más de un millón de especies pertenecientes a cuatro de los cinco reinos vivientes y miembros de la mayoría de filos de animales (Birkeland, 1997). Es por esto que los ecosistemas marinos constituyen los sistemas taxonómicamente más diversos, biológicamente más complejos y productivos del planeta pero a la vez los más frágiles (Connell, 1978). De acuerdo al Programa Mundial de las Naciones Unidas (2001), los ecosistemas marinos juegan un papel clave en los procesos de cambio ambiental y climático, ya que los arrecifes coralinos por ejemplo, protegen la costa de la erosión y son una fuente importante de recursos pesqueros y compuestos bioactivos. Además, los arrecifes de coral representan un gran activo escénico para el turismo (Banco Mundial, 2008) y generan a su vez recursos económicos para un gran número de países. Incluso se ha comprobado que un ecosistema marino tiene el potencial de generar energía alternativa, tanto eólica como proveniente de las corrientes marinas (Pittock, 2005). Indispensable para la vida misma, el ambiente marino es también un gran contribuyente a la prosperidad económica, bienestar social y calidad de vida (PISCO, 2008).

A pesar de la comprobada importancia que un ecosistema marino posee, se registran cada vez más pérdidas de sus elementos. De acuerdo al instituto de oceanografía de Venezuela (1995) los ecosistemas marinos del Caribe, se están degradando debido a incrementos en el estrés antropogénico (Bonilla, 1995). Ya sea por causas directas o indirectas, naturales o por parte del hombre, hoy en día los arrecifes de coral cubren menos territorio, las poblaciones de manglar van desapareciendo y los campos de pasto marino se están reduciendo considerablemente. En busca de soluciones para problemas de contaminación e intervención inapropiada, se han creado áreas protegidas y reservas marinas que mitiguen o anulen el efecto del hombre en el ecosistema (PISCO, 2007). Sin embargo, hasta el día de hoy no se sabe con exactitud cuan efectivas son las áreas protegidas y las reservas marinas del mundo para estos ecosistemas, puesto que los estudios en este campo son escasos. Una de las principales cuestiones que una reserva marina debe cumplir para dejar de ser una simple reserva de papel es establecer un monitoreo científico (Seamarazul, 2007). El seguimiento o monitoreo científico debe aportar información sobre el estado de los recursos que se están protegiendo y si la efectividad de la reserva marina es aquella que se pretendía con su establecimiento. Este trabajo busca cuantificar la efectividad de una reserva marina ubicada en Utila, Honduras a partir de la medición y evaluación de un elemento importante en los ecosistemas marinos; el pasto marino. Para esto, se comparó las variables físicas del pasto marino de la reserva marina de Turtle Harbour con las variables físicas del pasto marino existente en la bahía de East Harbour,

bahía donde se encuentra la ciudad de Utila Centro. Además se realizó una comparación de ambos lugares en cuanto a manejo y características físicas del medio en el que el pasto marino habita.

1.1 UTILA

Con 49.3 km², Utila es una de las tres islas más grandes de Honduras (Secoff, 2001), está ubicada al norte de la costa atlántica y representa el límite sur de la barrera Arrecifal caribeña (Box, 2007), la segunda más grande del mundo (Cooper, 2007). Antes de ser entregada a Honduras, Utila era una colonia británica, es por esto que además de tener como idioma nativo el inglés, Utila conserva una identidad y cultura diferente al resto de Honduras. Desde que la migración desde el continente y otras partes del mundo aumenta, la población de Utila se ha convertido en una mezcla multicultural de isleños, latinos, inmigrantes de otros continentes, garífunas indígenas, afro-caribeños, e incluso todo tipo de turistas. Gracias a la ubicación, el idioma, el paisaje y la cultura de Utila, la principal fuente de ingreso hoy en día es el turismo (Rose, 2007). Los ingresos por el turismo ponen a Utila en el quinto lugar dentro de los municipios con más ingresos de Honduras. El valor neto del turismo a Honduras fue estimado en 450 millones de dólares por año por el Instituto Hondureño de Turismo en el 2007. El turismo en Honduras ha aumentado considerablemente desde finales de los años ochentas, cuando el sector turístico empezó a crecer en un 15% anualmente. En los últimos años el crecimiento bajó a un 7%, sin embargo, sigue siendo más alto que el promedio global de 4%. (Box, 2008). Según Box (2007) el turismo ha transformado las islas de la bahía y es debido a estos cambios que el gobierno ha mostrado un creciente interés en esa región. En Utila el turismo representa aproximadamente 11 millones de dólares por año, de los cuales \$6.4 millones provienen directamente del buceo y el restante procede del mismo rubro de forma indirecta por medio de actividades tales como hotelería, restaurantes y transportes entre otros. Esta es una razón más para que la conservación y protección tanto de los tesoros naturales de Utila como los arrecifes de coral, camas de pasto marino, manglares y costas en general sea una prioridad (Box, 2008). Si se considera que un estimado del 85% de la economía de Utila es generada por los arrecifes de corales y la atracción que estos representan para un mercado creciente de buceadores, el hecho de perder diversidad en esta zona, representa más que una pérdida ambiental (Rose, 2007).

1.2 ECOSISTEMAS MARINOS

Existe una alta interacción en los ecosistemas marinos, ya que los arrecifes de coral, los pastos marinos y los manglares, están en constante intercambio, tanto de nutrientes como de sustratos. Los pastos marinos existen comúnmente próximos a los arrecifes de coral y manglares, con los cuales están ecológicamente conectados, así como con los marismas, arrecifes de bivalvos y otros hábitats marinos (Green & Short, 2003). El manglar baja la velocidad y fuerza de las aguas provenientes de la tierra, previniendo el levantamiento de

partículas que enturbian el agua y bloquean luz esencial. Los arrecifes proveen una defensa estructural al atenuar la energía de las mareas oceánicas y minimizar la resuspensión de los sedimentos atrapados en las camas marinas (Stoyle, 2008). Todos estos sistemas interactúan en un constante intercambio de elementos terrestres y oceánicos y al mismo tiempo generan un efecto de estabilidad en el ambiente costero, que dan un soporte físico y biológico a comunidades adyacentes (Figura 1).

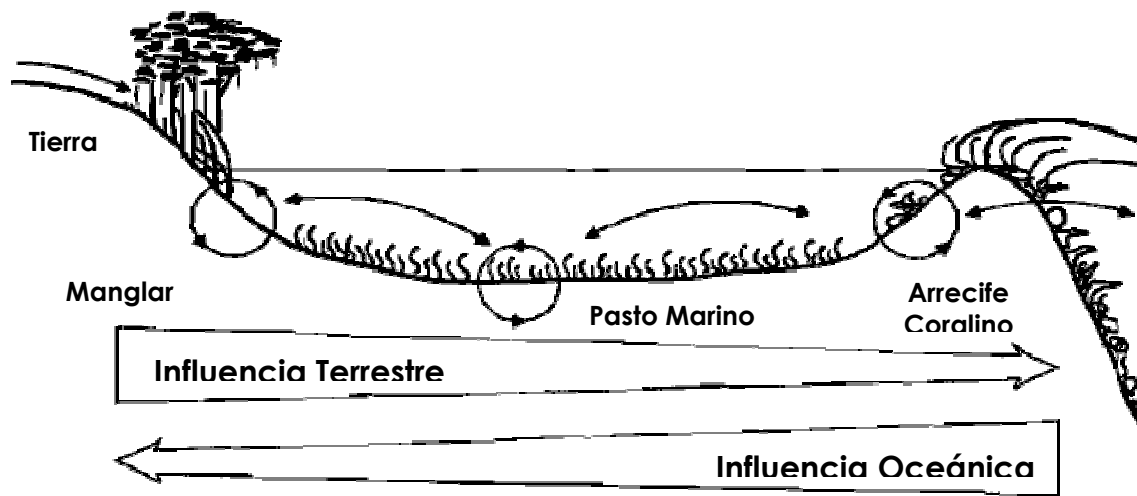


Figura 1: Esquema ilustrativo de las interacciones de diferentes ambientes marinos. (Modificado por la autora de Mumby, 2005)

1.3 PASTO MARINO

Los lugares con poblaciones de pasto marino son reconocidos desde hace mucho tiempo como un área de gran abundancia y diversidad de fauna comparada con áreas marinas adyacentes con sedimentos diferentes (Saunders, 2005). Además de jugar un papel muy importante en la estabilización de la arena y la limpieza de agua, los pastos marinos ayudan a la producción de vida marina ya que en sus praderas se reproducen y crían peces arrecifales, pelágicos, moluscos, langostas y otros organismos importantes para la pesca y comercialización (Gonzalez, 2006). Los pastos marinos son muy valiosos tanto ecológica como económicamente por ser productores primarios y por proveer sustancias a los organismos arrecifales. Las hojas funcionan como sustrato para un gran número de epibiontes, como las algas filamentosas que son otra fuente alimentaria importante (Green & Short, 2003).

En el Caribe existen siete especies de pasto marino, pero sólo tres son formadoras de praderas como tal, ya sean mono específicas o mixtas (Green & Short, 2003). La especie más común y abundante en todo el Caribe es la hierba tortuga (*Thalassia testudinum*), seguida por la hierba manatí *Haludole wrightii* (Green & Short, 2003). La hierba tortuga (*Thalassia testudinum*) difiere de las demás ya que presenta una forma alargada, aplanada

y ancha diferente a la hierba manatí (*Haludole wrightii*), la cual presenta una forma cilíndrica y delgada muy peculiar (Figura 2). La hierba filamento (*Haludole wrightii*) presenta una forma redondeada con terminación en punta y se caracteriza por su tamaño, menor a las dos antes mencionadas. Esta última especie es escasa en la isla de Utila y se encuentra en muy baja densidad. (Laforgue, 2000).

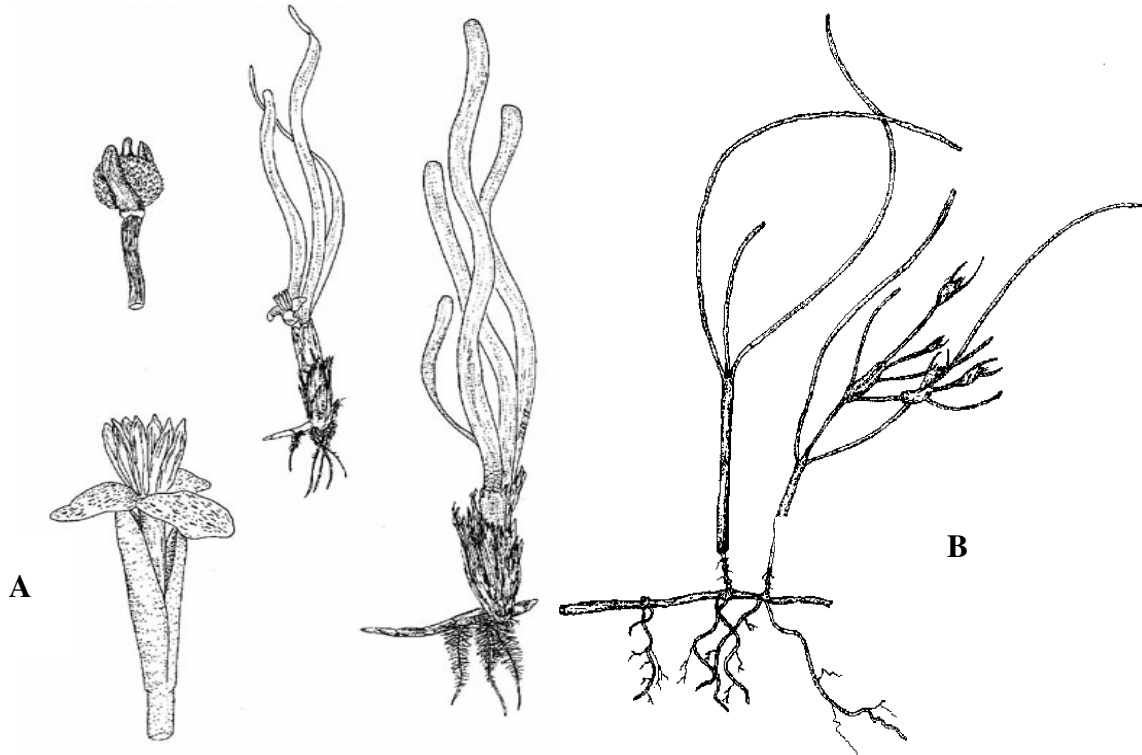


Figura 2: Esquema de una planta de *Thalassia testudinum* (A) y de *Syringodium filiforme* (B). (Modificado por la autora de IOI, 2008).

1.3.1 Cobertura de epífitas

Uno de los elementos a considerarse en las poblaciones de pasto marino es la cobertura de organismos epífitos que estos presentan. Los epífitos más comunes en las hojas de pasto marino del Caribe son algas calcáreas costrosas, desde algas rojas y poliquetos, hasta gasterópodos, lapas y tunicados (Barrios, 2001). De acuerdo al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras INVERMAR (2001), la cantidad de epífitas son indicadores de la salud del pasto marino, siempre y cuando estén en condiciones “normales”. Bajo condiciones de eutrofización, las hojas de las praderas tienden a estar sobrecrecidas por diatomeas y algas filamentosas entre otras, que con el tiempo van reduciendo la cobertura de pastos (Kemp, 1989). En general, los organismos epífitos presentan en promedio bajas coberturas que oscilan entre 13.4% y 7.9%, porcentaje que refleja una baja tensión antrópica en cuanto a vertimientos de aguas servidas sobre estos ambientes (Barrios, 2001).

1.4 RESERVAS MARINAS Y ÁREAS PROTEGIDAS

En la búsqueda de soluciones que nos ayuden a reducir los efectos del hombre sobre los ecosistemas marinos y garantizar la salud y resiliencia del océano, se han creado reservas marinas a lo largo de todo el mundo. De acuerdo a la definición de la sociedad para los estudios interdisciplinarios de los océanos costeros (2008), las reservas marinas son áreas del océano completa y permanentemente protegidas de actividades que extraen animales y plantas o alteran hábitats, con excepción de aquellas requeridas para el monitoreo científico (PISCO, 2008). De acuerdo a los estudios de PISCO (2008), actualmente existen más de 4,500 áreas marinas protegidas en el mundo, las cuales cubren 2.2 millones de km² equivalente a 0.6% de los océanos. Las reservas marinas, que exigen un nivel total de protección cubren únicamente 36,000 km² de la superficie de la tierra, equivalente al 0.01% de los océanos (Figura 3).

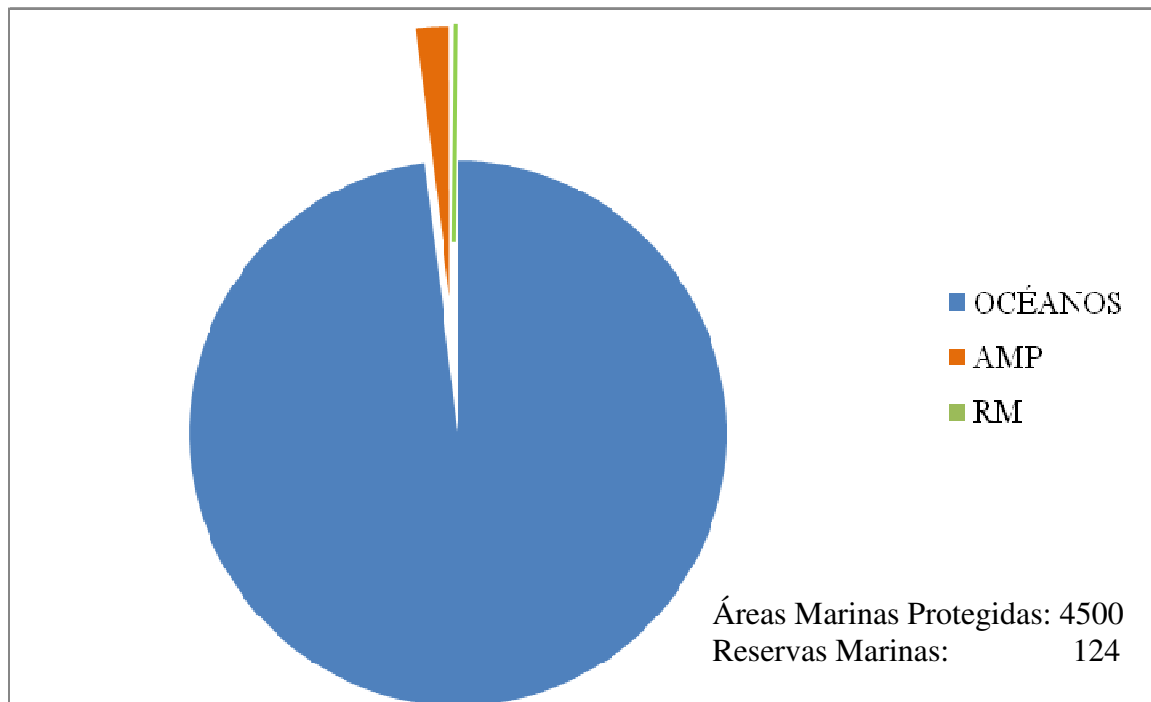


Figura 3: Porcentaje de cobertura de las Áreas Marinas Protegidas (AMP) y Reservas Marinas (RM) en los océanos del mundo.

1.4.1 Efectividad de las reservas marinas

De acuerdo a estudios publicados, las reservas marinas incrementan la abundancia y la diversidad de organismos dentro de sus límites de manera consistente, registrándose un incremento del 166% en la abundancia y un incremento del 21% en la diversidad de los peces, invertebrados y algas dentro de las reservas marinas (Graham, 2003). Los beneficios de las reservas pueden incluso extenderse hacia áreas sin protección, ya que el incremento del crecimiento, la reproducción y la biodiversidad que se da en una reserva, puede ayudar a repoblar las zonas cercanas cuando los adultos y jóvenes se desplazan fuera de la reserva (Pillans, 2005). Tanto dentro como fuera de sus límites, las reservas

marinas requieren instrumentos de manejo complementarios, ya que no pueden ofrecer protección contra todo tipo de actividades humanas, como la contaminación y el cambio climático. A pesar de no ser el único instrumento para proteger la salud de los océanos, está comprobado que las reservas marinas tienen resultados claramente positivos en cuanto a la protección del ecosistema incluidos plantas, animales, hábitats e interacciones entre estas (PISCO, 2008). Un ecosistema marino con buen manejo, complementa significativamente otros esfuerzos dirigidos a restituir los ecosistemas marinos.

1.5 TURTLE HARBOUR

Gracias al segundo acuerdo ministerial dado en 1991 (OM-213), las islas de la bahía están declaradas como zona de conservación ecológica. A partir de este acuerdo, en 1992 se estableció “Turtle Harbour Wildlife Refuge” como refugio de vida silvestre con un régimen de propiedad Nacional y privado (SAM, 2003)). Con 750 hectáreas de extensión entre Turtle Harbour Pond y la bahía de Turtle Harbour, Turtle Harbour se estableció con la iniciativa de BICA (Bay Island’s Conservation Association). En Turtle Harbor se dispone de un Plan de Manejo para el periodo 2008-2012 y el primer plan operativo anual es financiado por el Programa de Manejo Ambiental de Islas de la Bahía (PMAIB), con fondos del GEF canalizados a través del BID y ejecutado por la Secretaría de Turismo (Buñay, 2008). Si bien se estableció la reserva marina, hay ciertos aspectos sobre el manejo de Turtle Harbour que nunca se llegaron a concluir del todo oficialmente, tales como el financiamiento, la repartición y el uso (Clauss & Wild, 2002). Posteriormente en el plan de manejo se incluyó el uso de la reserva para investigación. A través de un acuerdo con la alcaldía de Utila, BICA tomó posesión del área protegida a cambio de información periódica sobre los estudios realizados dentro de la reserva y manejo de la misma (Fernández, 2008).

1.6 EAST HARBOUR

La bahía de East Harbour está ubicada al sureste de la isla de Utila y es el sector más poblado de los tres existentes en toda la isla. Se encuentra entre la Laguna Superior y la Inferior. La entrada a la Laguna Superior está a corta distancia de la antigua pista aérea, justo en el puente que usted cruzara. En el otro extremo de la población, un poco más allá de donde termina el camino pavimentado, está Blue Bayou, popular con los turistas por tener una de las pocas playas en la isla. Hay una pequeña cuota de acceso a Blue Bayou. En esta zona es donde se ve mayor desarrollo económico, comercial y sobretodo turístico. Bordean la bahía más de 100 viviendas, de las cuales 13 son escuelas de buceo oficiales y registradas, 20 restaurantes y un gran numero de negocios y viviendas. En la calle principal del centro es común ver a la gente caminando más que en automóvil, y se puede ver una diversidad muy amplia de culturas y razas en un solo lugar.

1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de degradación natural y el acelerado impacto antropogénico sufrido por los arrecifes de coral, hace peligrar estos ecosistemas en todo el mundo (Garzón-Ferreira, 2003). A pesar de su importancia, la principal causa de degradación de las áreas costeras y el ambiente marino, es su densidad de población humana (PNUMA, 2001) y ese un problema ya que en América Latina y el Caribe, 60 de las 77 ciudades mayores son costeras, cifra que se eleva al 60% (Cohen, 2006). Se han registrado una serie de cambios drásticos en las costas como mala calidad de agua por desechos, destrucción de manglares para su consumo directo y para liberar tierras para construcciones, dispersión de sedimentos, sobrepesca de individuos de gran importancia para la cadena alimenticia, deposición de basura y exceso de aguas negras. Estos factores tienen consecuencias mucho mayores para la supervivencia de los corales de lo que tienen otros individuos marinos o depredadores naturales (Box, 2007). De acuerdo al Censo de Población y Vivienda (2000) el año 1988 Uti tenía únicamente 1,461 habitantes, ocho años después la población aumentó a 1,899 habitantes. Desde 1996 al 2000, en sólo cuatro años la población alcanzó el número de 7,607 habitantes. Paralelamente, a partir de la década de los años ochenta el proceso de deterioro se incrementó considerablemente, se estima que en 1996 35 millones de turistas visitaron el Gran Caribe, generando más de 700,000 toneladas de basura (PNUMA, 1999). El proceso de deterioro se ha manifestado en mortalidad masiva de organismos arrecifales (corales, octocorales, erizos y moluscos entre otros) y proliferación de otros organismos como macroalgas y esponjas (Birkeland, 1997). Otro de los problemas que causan desbalances en los ambientes marinos, son causados por acciones humanas que buscan solucionar los problemas sin conocerlos a fondo ni tratar de encontrar la raíz de estos (Box, 2007). Es por esto que la mejor forma de contribuir a la protección del ambiente marino es el análisis y la investigación de las comunidades que interactúan en estos medios. De acuerdo a la estrategia marina de la Unión Europea (2006), para el análisis y la investigación es necesario evaluar, entender e investigar el estado del ambiente marino y sus diferentes niveles desde diferentes perspectivas.

Existen a nivel mundial un alto número de reservas marinas y áreas protegidas que no cuentan con sistemas de información o estudio alguno; de más de 125 reservas marinas creadas en Latinoamérica, sólo en 24 se realizaron estudios científicos con resultados publicados en revistas científicas internacionales (PISCO, 2008). Para tomar decisiones sobre una reserva marina, se deben realizar estudios y evaluaciones científicas periódicas que indiquen el estado y rumbo de la misma. Cuantificar la efectividad de protección de una reserva marina en un ecosistema, a partir del estudio de comunidades de pasto marino, es una de las posibilidades para evaluar las condiciones ambientales de otros elementos de la reserva como el arrecife coralino y el manglar. Un estudio de pasto marino además de ser menos costoso y complejo que un estudio de arrecifes coralinos, puede indicar de forma general el efecto que la protección de la reserva tiene sobre este ecosistema. Con información sobre los beneficios de las reservas marinas, podemos posteriormente ayudar a dirigir todos los esfuerzos de conservación más allá de las áreas protegidas y expandirlo a las zonas de amortiguamiento, manglares y áreas urbanas entre otros. Así en vez de tener en el futuro una serie de áreas aisladas protegidas se puede aspirar a crear un corredor continuo que permita el constante movimiento de especies marinas. Aislar la

especies es otro de los factores que pone a un alto número de éstas en peligro de extinción, sobretodo a peces y cetáceos que tienen amplia distribución y son altamente móviles entre diferentes hábitats. En caso de no existir estudios de los beneficios de las reservas marinas, existen grandes probabilidades que la importancia de éstas sea subestimada, lo cual provocaría enfocar los recursos hacia otras actividades aparentemente más productivas y llamativas. Todo esto puede provocar abandono de áreas de mucha riqueza histórica y biológica, el aumento de la contaminación y el impacto negativo sobre las áreas marinas (SERNA, 2005).

1.8 OBJETIVOS

1.8.1 Objetivo general

Evaluar la eficacia de protección de una reserva marina en el ecosistema, a partir del estudio de comunidades de pasto marino existentes en la isla de Utila-Honduras y el medio en el que estos se encuentran.

1.8.2 Objetivos específicos

- Estudiar las poblaciones de pasto marino en Turtle Harbour (TH) y las poblaciones de pasto marino de East Harbour (EH).
- Comparar entre sí ambas poblaciones estudiadas.
- Describir las variables físicas de los medios en los que se encuentra el pasto marino de Turtle Harbour y de East Harbour.
- Evaluar y caracterizar los impactos antropogénicos que se generan en East Harbour y la protección que se da en Turtle Harbour.
- Relacionar el medio y el impacto social con las características físicas del pasto marino de ambos lugares.

1.9 JUSTIFICACIÓN

Esta investigación ayuda en la obtención de más información de los ecosistemas de la isla de Utila, Honduras. Este estudio fue realizado considerando que no existen registros de datos cualitativos ni cuantitativos de pasto marino en esta región (UNESCO 1999). En cuanto a *Thalassia testudinum*, esta es la primera estimación que se realiza en este lugar, lo que facilita las bases para futuras investigaciones y monitoreos por científicos, investigadores e incluso estudiantes. Se escogió el pasto marino ya que la conexión manglar, pasto marino y arrecife coral fue comprobada repetidas veces (Mumby *et al.* 2003) y es calificado como un indicador de la salud y el estado de un arrecife de coral, además de tener la ventaja de facilidad en su evaluación. Además el pasto marino es esencial para prevenir la erosión de playas y costas, ya que éste atrapa sedimentos; mantiene las pesquerías viables, ya que éste es hábitat de peces juveniles y protege a la

comunidad arrecifal coralina que depende de las características del pasto marino para colonizar nuevos lugares (Green & Short, 2003). Con información disponible sobre el efecto de una reserva marina sobre un determinado ecosistema, es más fácil justificar fondos para un plan de manejo que permita ampliar el cuidado de estas áreas e incluso crear más áreas relacionadas. Los resultados de un estudio de efectividad incluso justifican una inversión en el sistema de desechos de una ciudad pequeña cuya economía depende del buen estado de los arrecifes de coral y el paisaje marino en general.

1.10 HIPÓTESIS

1.10.1 Hipótesis de trabajo

La influencia de los asentamientos humanos y los desechos que estos depositan en la bahía de East Harbour, provocará que el pasto marino sufra cambios considerables comparados a los cambios que se darán en la bahía de Turtle Harbour.

1.10.2 H₀:

A causa del efecto de la conectividad existente gracias a las corrientes marinas y la proximidad geográfica de ambos sitios de estudio, la cantidad y la calidad de pasto marino encontrado en East Harbour serán iguales a la cantidad y calidad de pasto marino encontrado en Turtle Harbour.

1.10.3 H₁:

A causa de la intervención del hombre, ya sea a través de factores indirectos como los desechos sólidos y líquidos o a través de factores directos como el buceo, la pesca o la extracción del arrecife, la cantidad y la calidad de pasto marino encontrado será menor en la bahía de East Harbour que en la bahía de Turtle Harbour.

1.11 MARCO JURÍDICO

La legislación en Honduras, a diferencia de varios países latinoamericanos, fue calificada como retrasada por varios años por ciertas entidades en cuanto a sus leyes de protección de océanos y aéreas costera, las cuales son muy recientes y no terminan de abarcar todos los temas necesarios (Ramos, 2008). La Ley General del Ambiente con 111 artículos y fue presentada al Congreso Nacional en Mayo del 93 y posteriormente aprobada. De acuerdo a la alcaldía municipal de Utila, la municipalidad se basa en esta ley para regular sus áreas protegidas. Esta ley establece: “Se entienden por Recursos Marinos y Costeros las aguas del mar, las playas, playones y la franja del litoral, bahías, lagunas costeras, manglares, arrecifes de coral, estuarios, bellezas escénicas y los recursos naturales vivos y no vivos contenidos en las aguas del mar territorial, la zona contigua, la zona económica exclusiva y la plataforma continental” (Programa de las Naciones unidas para el Medio Ambiente, 2006).

En Utila existe un plan de manejo para el área protegida terrestre y uno para el área marina que son llevados a cabo con el apoyo de la alcaldía municipal. Además se trabaja en actividades de educación ambiental en todos los niveles educativos de la isla y con el público en general, donde se resalta la importancia de las áreas protegidas y su relación directa con la economía de la localidad (BICA 2008). A pesar de que existen algunos proyectos de monitoreo y restauración dirigidos a los manglares del área protegida, es claro que la investigación en general y sobretodo en áreas marinas no es un componente fuerte del plan de manejo, ya que ésta únicamente consideran algunas acciones aisladas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

1.12 MARCO METODOLÓGICO

Entre los diversos métodos existentes para el estudio de pastos marinos recomendados por varios autores, el programa CARICOMP (Caribbean Coastal Marine Productivity) es el más usado. En el manual de CARICOMP se da énfasis al estudio de interacciones de manglar, pasto marino y arrecifes de coral. En este estudio en particular se hizo una modificación al manual de acuerdo a los recursos disponibles y modificaciones del lugar.

El Programa CARICOMP surgió de la necesidad de estudiar los procesos que determinan la productividad de las comunidades marinas más relevantes en el Caribe. Éste se originó de una serie de talleres realizados en Jamaica a partir de 1990 financiados por UNESCO. En estos talleres se discutió la importancia de este enfoque y de entender cómo varía la productividad de sistemas marinos a mayores escalas de tiempo y espacio. En la actualidad se cuenta con la participación de 12 laboratorios de países del Caribe, cuyo objetivo principal es el de entender la productividad, estructura y funcionamiento de los tres principales ecosistemas costeros del Caribe: manglares, pasto marino y arrecifes coralinos. La idea original de CARICOMP se basaba en que estos ecosistemas existen en un equilibrio dinámico influenciado por el contacto con las masas continentales y que interactúan a través de la transferencia de nutrientes aportados por organismos que migran diaria y estacionalmente de un ecosistema a otro (Zieman, 1979). Sin embargo, estas ideas han cambiado desde su enfoque original, dando prioridad no sólo al intercambio de nutrientes, sino al papel de estos ecosistemas en los ciclos de vida de muchos peces e individuos marinos (Sammarco, 1996). Asimismo, es de vital importancia para CARICOMP determinar los factores que son responsables de regular la variabilidad de la producción orgánica de estos ecosistemas y las interacciones que se establecen entre sistemas costeros y sistemas terrestres (UNESCO, 2005).

1.13 ÁREA DE ESTUDIO

Se seleccionaron dos lugares de la isla de Utila que fueran visualmente equivalentes, para tratar de asegurar que el factor físico no fuera el que esté influenciando el estado de los pastos marinos (AGRRA 1999). Los sitios cumplen la condición de tener camas de pasto marino relacionadas a poblaciones de manglar y a arrecifes de coral. Al mismo tiempo los

dos puntos elegidos difieren en cuanto a manejo, por un lado protección máxima y por el otro uso de recursos y deposición de desechos. Los sitios son dos bahías, una reserva natural al norte de Utila, Turtle Harbour (TH) y un área comercialmente desarrollada al este de la misma isla, East Harbour (EH) donde se ubica el sector de Utila Centro (Figura 4). Ambas forman una bahía de un tamaño y una forma similar que las hace comparables entre sí. Dentro de estas bahías se tomaron aleatoriamente tres puntos específicos (de 2500 m²) a tres distancias de la costa, con una profundidad desde 1.5 hasta 10 metros.

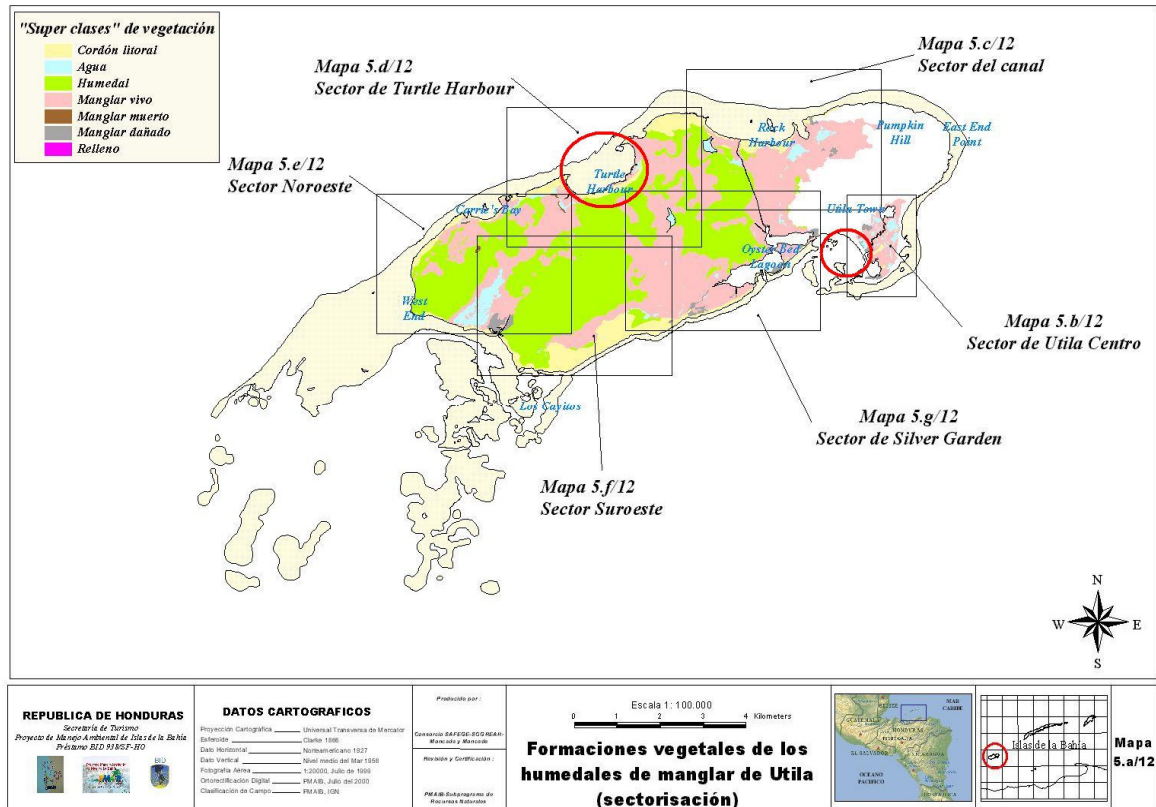


Figura 4: Mapa de Utila con el sector de Turtle Harbour y el sector de Utila Centro marcados en círculos. (Modificado por la autora de Iguana Station, 2005).

Los dos sitios escogidos fueron caracterizados individualmente y georeferenciados con un GPS al medir la latitud, altitud, relieve y continentalidad de cada uno de ellos. La reserva marina de Turtle Harbour (TH) está ubicada al norte de la isla (Figura 4), la población de pasto marino de donde se tomaron las muestras están rodeadas de manglares y aproximadamente 30 m más lejos de la orilla es posible encontrar arrecifes de coral (Figura 5A). Para fines de este estudio, Turtle Harbour representa y será indicativo del máximo que el área es capaz de producir. El centro de Utila East Harbour (EH) está ubicada al sur este de la isla (Figura 4) y a diferencia de TH, toda la población de pasto marino está rodeada de muelles y casas. Es por este motivo que se tomaron las muestras de pasto marino cerca de la desembocadura del río, el cual a lo largo de su recorrido tiene alta influencia de los manglares (Figura 5B). Para fines de este estudio, el centro de Utila indicaría los cambios registrables a causa de la intervención humana.

1.13.1 Delimitación de los puntos de muestreo

Se tomaron las coordenadas de los tres puntos seleccionados aleatoriamente (a través de Google Earth) y se marcó el punto cero con una boya, de esta forma se procedió a delimitar los tres transectos de 50 m de largo a 25 m de distancia entre si. Se marcaron tres transectos paralelos a la costa, buscando que estén una profundidad que varíe entre 1.5 y 10 m. En cada transecto se establecieron 11 cuadrantes de 50 x 50 cm (0.25 m^2), éstos están separados por 5 m entre ellos. En total se obtiene un total de 33 cuadrantes de estudio por punto (punto equivalente a 2500 m^2), los cuales representaron 0.33% del área marcada en un principio (Figura 6).

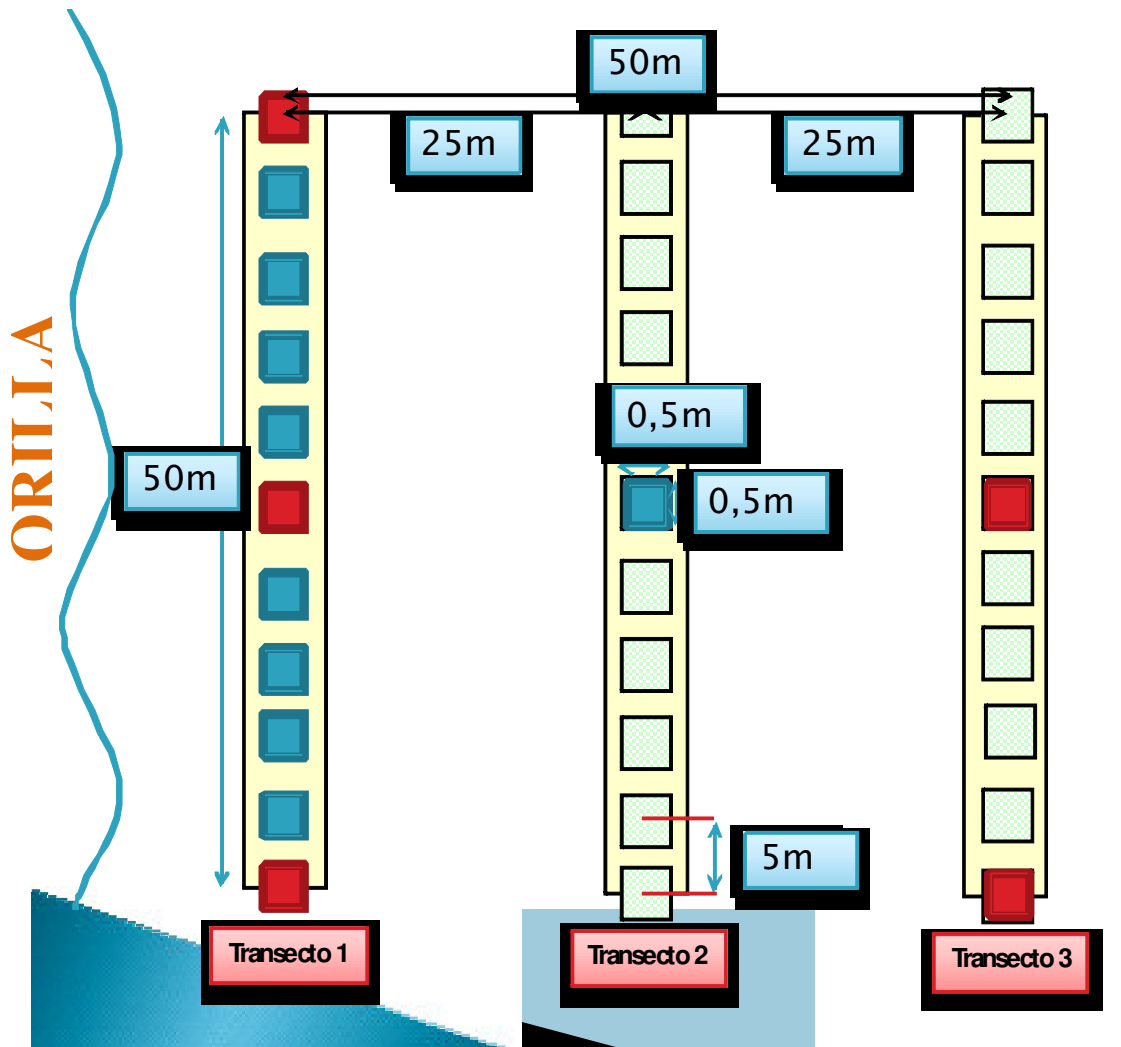


Figura 6: Esquema para los transectos y cuadrantes de muestreo de pasto marino Utila, Honduras.

Por cada transecto marcado se llenó una plantilla (Anexo 4) con datos generales del medio acuático, como la hora de inicio y fin, profundidad, datos del agua como temperatura pH., turbidez, salinidad y visibilidad tomada en porcentaje (100%=50m).

En total fueron medidos y cuantificados en campo 204 cuadrantes de pasto marino; 102 en la bahía de Turtle Harbour y 102 en la bahía de East Harbour.

1.14 TIEMPO DE MUESTREO

Los muestreos del pasto marino comenzaron la primera semana de marzo del 2008, y fueron constantes por el lapso de siete semanas, hasta la última semana de abril del mismo año. Los muestreos se dieron dos veces a la semana a las 8:30 a.m. en promedio terminando a las 10:30 a.m. por ser estas las horas de mayor visibilidad para tomar las fotos. Por accesibilidad y visibilidad, se calificaron los meses de marzo a junio como aquellos de mejores condiciones para realizar los muestreos, se descartaron los últimos meses del año, por ser meses de alta precipitación en la zona del Caribe y Centroamérica (Terborgh *et al.*, 1990). Sin embargo, aún no se tienen datos contundentes de las fechas de productividad máxima y mínima que nos indiquen la estación ideal para el muestreo (Barrios, 2001).

1.15 MATERIALES

Para la extracción de datos en campo se necesitaron varios materiales; principalmente el bote, el equipo de buceo y los instrumentos de medición detallados en el Anexo 2. Entre los materiales es muy importante tener como principal herramienta el mapa de ambos puntos en la isla de Utila, existente ya en la base de datos de UCME y un GPS. Para la digitalización de datos se usó Microsoft Excel. Para el proceso de los datos una vez extraídos, se hizo uso de dos programas estadísticos; “Statistical Analisis System” (SAS) para las pruebas paramétricas y “Statistical Package for the Social Science” (SPSS) para las pruebas no paramétricas. Con el programa Microsoft Excel se elaboraron los gráficos y figuras respectivas a partir de los resultados obtenidos.

1.16 VARIABLES

Se tomaron datos para las características físicas del pasto marino, para el medio en el que se encuentra el pasto marino y el impacto que sufre en ambos lugares. Las variables que se tomaron para el pasto marino fueron tamaño, densidad y cantidad de epífitas en la superficie de las hojas. Para los datos del medio en el que el pasto marino se encuentra, se tomó profundidad, individuos en cuadrante, tipo de sedimento y datos del agua como temperatura y salinidad. Para concluir se tomaron las variables de manejo a través de

entrevistas a la alcaldía y la gente encargada de la reserva. Para determinar todas las variables influyentes en las poblaciones de pasto marino se realizó una operacionalización de variables, disponible en el Anexo 1.

1.17 TOMA DE MUESTRAS

Antes de la toma de muestras y datos de los cuadrantes, se tomó una foto de cada cuadrante, la cual ayudó en la obtención de datos de densidad. La foto se tomó como primer paso antes de tomar cinco plantas que representarían la muestra de cada cuadrante, con el objetivo de no levantar partículas del suelo que puedan tapar la superficie del pasto marino. Cada cuatro cuadrantes, se contó la cantidad exacta de plantas, para comparar la cifra con la densidad tomada en cada foto.

En cada cuadrante se llenó la plantilla (anexo 4) con cuatro datos esenciales:

- Descripción de la composición del sedimento (textura y color).
- Profundidad del cuadrante.
- Presencia de macro-individuos (estrellas de mar, rayas y esponjas entre otros).
- Observaciones adicionales (otra especie de pasto marino o esponja entre otros).

Una vez tomados los datos generales se procedió a tomar la muestra. Se tomaron cinco plantas de forma aleatoria, para esto se usó el método de números aleatorios combinado con rejillas marcadas en los cuadrantes, para asegurar que no se tomen muestras por algún tipo de preferencia. La muestra tomada consiste en un ejemplar entero con hoja, tallo y si es que existe flor, totalmente intacto y sin daño en las hojas. Una vez extraídas las muestras, estas fueron almacenadas y llevadas al laboratorio para medición.

En el laboratorio se midieron los tamaños de cada una de las plantas de pasto marino, tanto en largo como en ancho. Se contaron las hojas existentes en cada planta separando individuos juveniles de individuos maduros. Para finalizar se estimó el porcentaje de cobertura de epífitas de acuerdo a la cantidad de hojas maduras y se registro la cantidad de flores en caso de existir alguna. Al finalizar los seis puntos muestreados en ambos lugares, fueron medidos y cuantificados en campo un total de 204 cuadrantes de pasto marino, de donde se obtuvieron y se midieron 1,050 muestras de pasto marino; 525 procedentes de la bahía de Turtle Harbour y 525 procedentes de la bahía de East Harbour.

1.18 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para determinar las diferencias entre los lugares atribuibles a las variables ambientales, se utilizó el programa SAS “Statistical Analysis System” para las pruebas paramétricas y SPSS “Statistical Package for the Social Science” para las pruebas no-paramétricas. Las variables que cumplen los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de

varianza, fueron analizados con ANOVA (Zar, 1999), mientras que las variables que presentan una diferencia o anormalidad fueron analizados con la prueba de Mann Whitney que es una prueba mas robusta y es usada para este caso; dos muestras independientes.

3. RESULTADOS

Las profundidades de donde se sacaron las muestras de Turtle Harbour fueron iguales a las profundidades de East Harbour ($\chi^2=200.9$, $p=0.04$) (Figura 7).

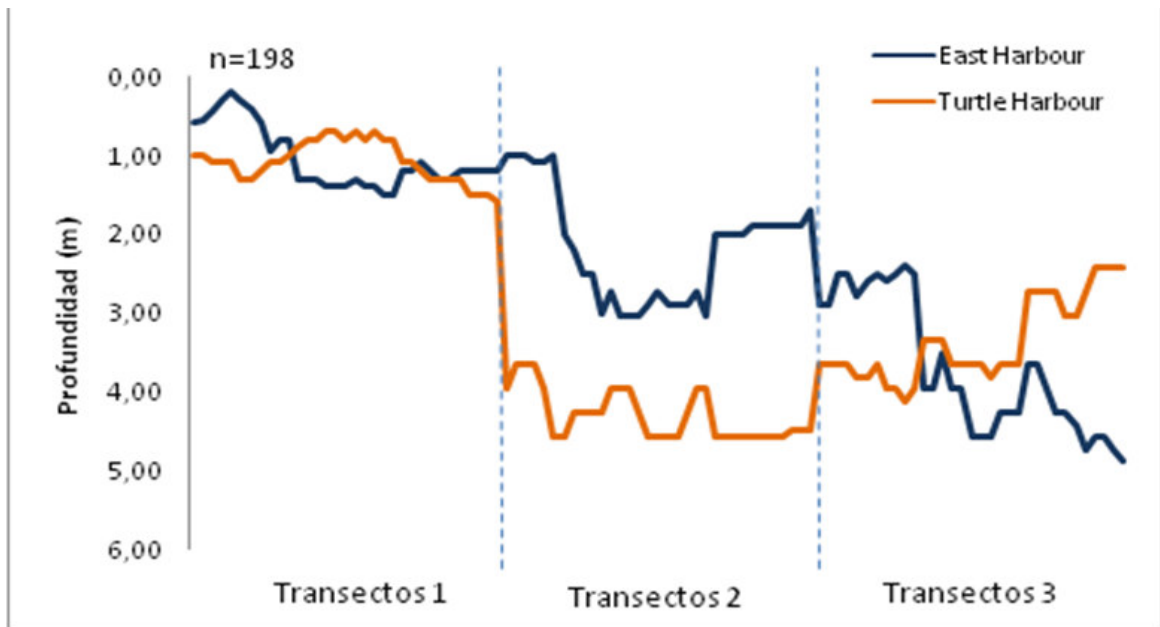


Figura 7. Profundidades en metros (m.) de los cuadrantes de pasto marino muestreados en Turtle Harbour y en East Harbour Utila, Honduras, 2008.

La salinidad del agua en Turtle Harbour presentó resultados iguales a la salinidad del agua de East Harbour ($\chi^2=130$, $p=0.66$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 0.10 partes por millón (Cuadro 1).

Cuadro 1. Salinidad del agua en partes por millón en Turtle Harbour y East Harbour, Utila, Honduras. 2008.

Salinidad (PPM)	Promedio	Desviación estándar	n
East Harbour	33.03	0.44	102
Turtle Harbour	33.44	0.91	102

La temperatura del agua en East Harbour fue mayor que la temperatura del agua en Turtle Harbour ($\chi^2=409.727$, $p<0.001$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 1.14 °C (Cuadro 2).

Cuadro 2. Temperatura del agua en grados centígrados (°C) en Turtle Harbour y East Harbour, Utila, Honduras. 2008.

Temperatura (°C)	Promedio	Desviación estándar	N
East Harbour	35.14	2.07	102
Turtle Harbour	34.00	0.47	102

La visibilidad en el agua en Turtle Harbour es mayor que la visibilidad en el agua en East Harbour ($\chi^2=47.667$, $d<0.001$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 11.67% suponiendo que 100% es una visibilidad de 50m (Cuadro 3).

Cuadro 3. Visibilidad del agua en porcentaje (%) (100%= 50metros) en Turtle Harbour y East Harbour, Utila, Honduras. 2008.

Visibilidad (%)	Promedio	Desviación Estándar	N
East Harbour	95.00	1.5	102
Turtle Harbour	83.33	12.54	102

La densidad de pasto marino (número de plantas por metro cuadrado) en East Harbour fue mayor que la de Turtle Harbour ($\chi^2=0.002$, $p<0.0065$) (Figura 8).

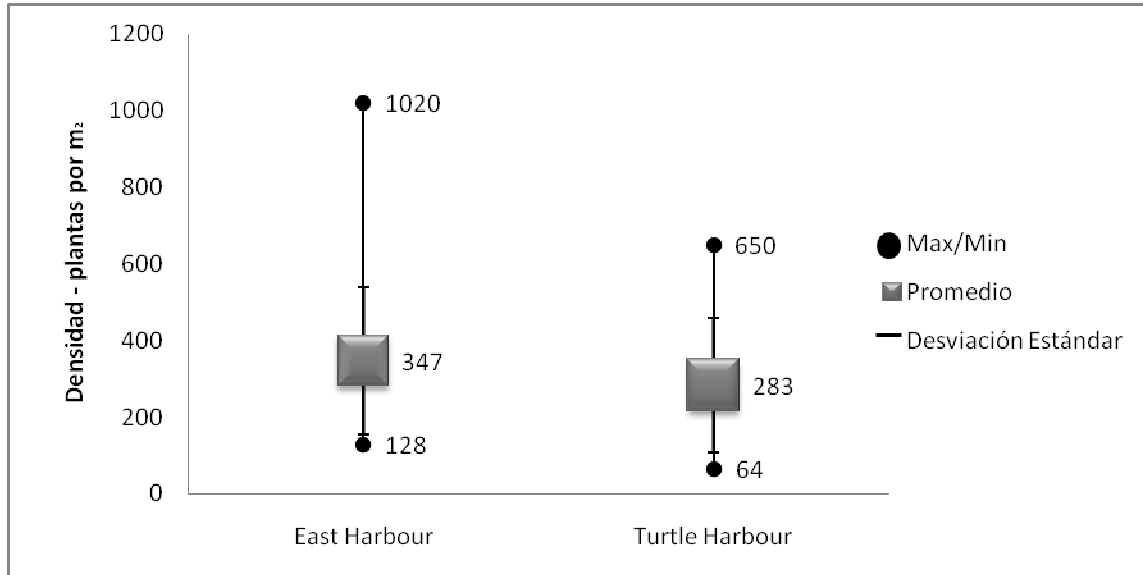


Figura 8: Densidades promedio en plantas por metro cuadrado (m^2) del pasto marino en East Harbour y en Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

Hubo una diferencia de más del triple entre los individuos observados en Turtle Harbour y East Harbour (Cuadro 4). Un total de 35 individuos fueron encontrados en Turtle Harbour y 10 en East Harbour ($\chi^2=63.354$, $p=0.000$).

Cuadro 4. Individuos presentes en Turtle Harbour y East Harbour, Utila Honduras, 2008.

Individuos Observados en Cuadrantes	East Harbour	Turtle Harbour
Estrella de mar	3	1
Pez raya	1	2
Peces juveniles	1	11
Esponjas	4	4
Erizos de mar	0	5
Concha marina	0	1
Algas	1	5
Pasto manatí	0	3
Arrecifes de coral	0	3

El sedimento en East Harbour está compuesto principalmente por arena, seguido por arena fina. Estos dos sustratos suman más del 50% de la composición del suelo en East Harbour (Figura 9).

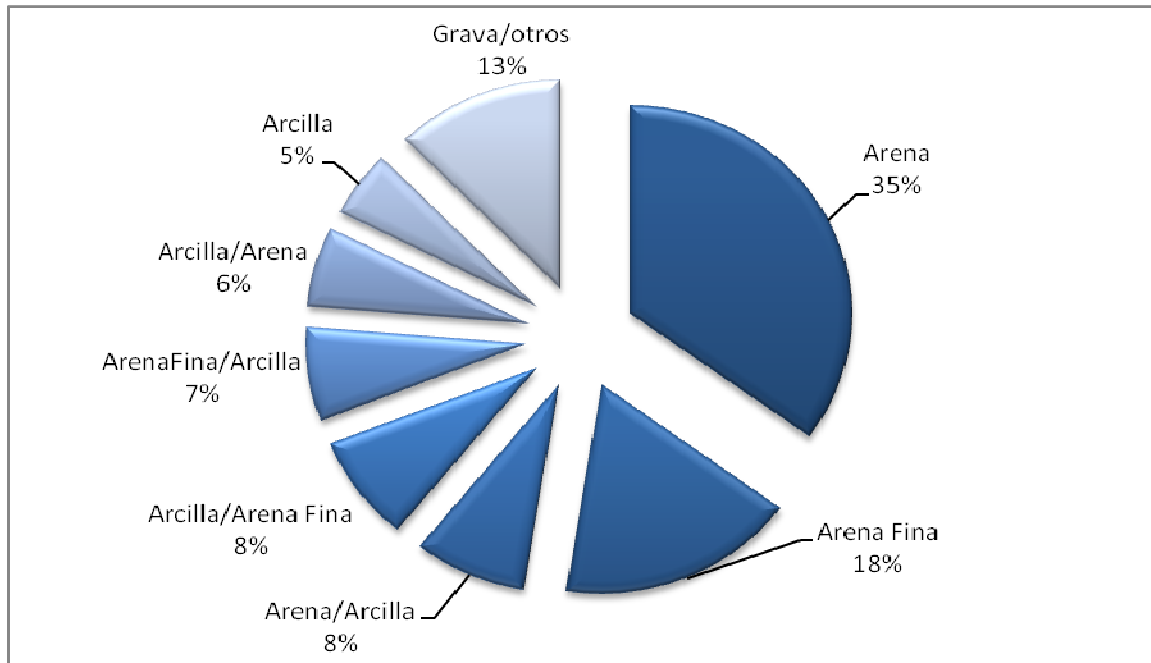


Figura 9. Porcentaje por tipo de sedimento en East Harbour, Utila, Honduras, 2008.

El sedimento en Turtle Harbour está principalmente compuesto por arena (23%), seguido por arena/arcilla con un 19% y arcilla con 18% (Figura 11).

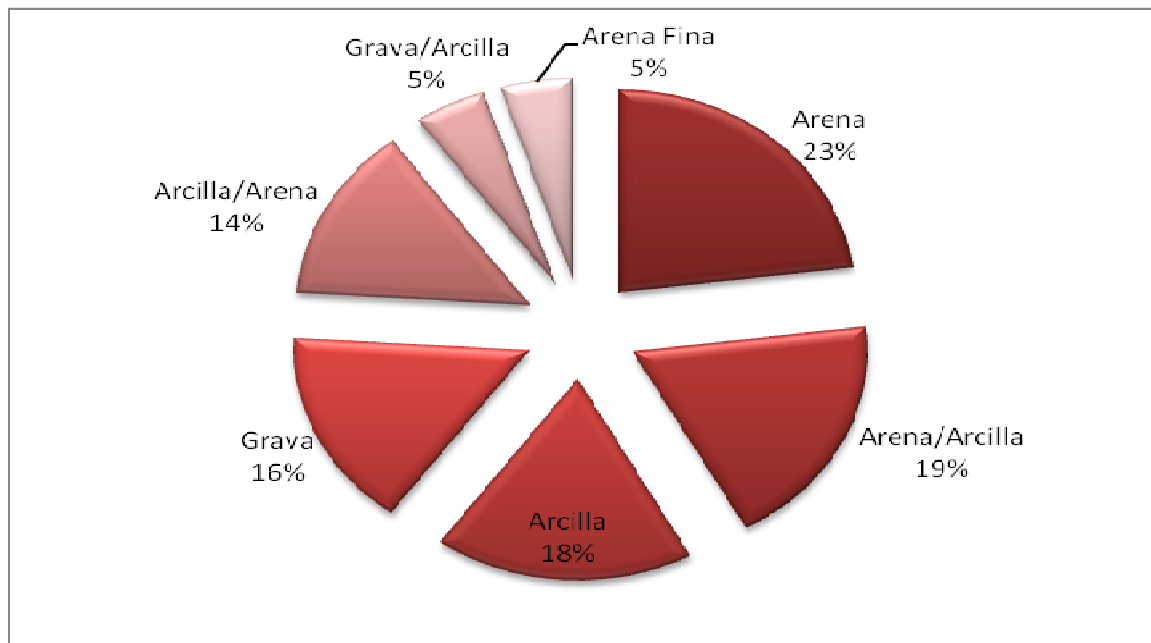


Figura 10. Porcentaje por tipo de sedimento en Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

En East Harbour, 46% del sedimento presenta un color gris oscuro. A esta cifra se suma un 18% de sedimento de color gris, para conformar el 64% del total del sedimento de colores grisáceos (Figura 10).

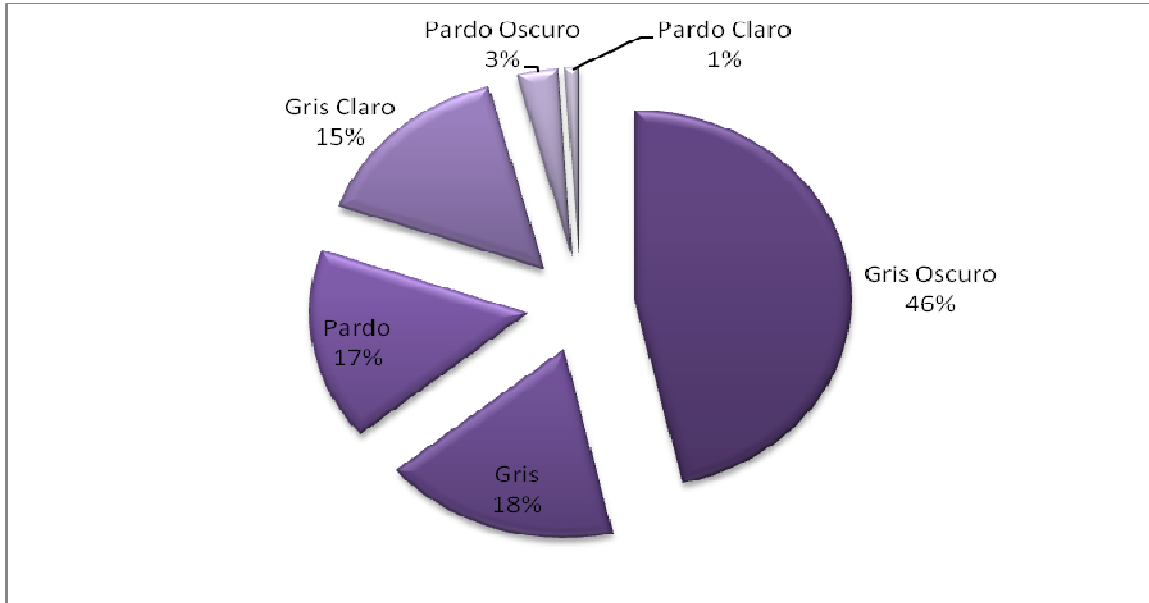


Figura 11. Porcentaje por color del sedimento en East Harbour, Utila, Honduras, 2008.

En Turtle Harbour un 45% del total del suelo es de color pardo. El gris es el segundo color más abundante con una incidencia del 25% (Figura 12).

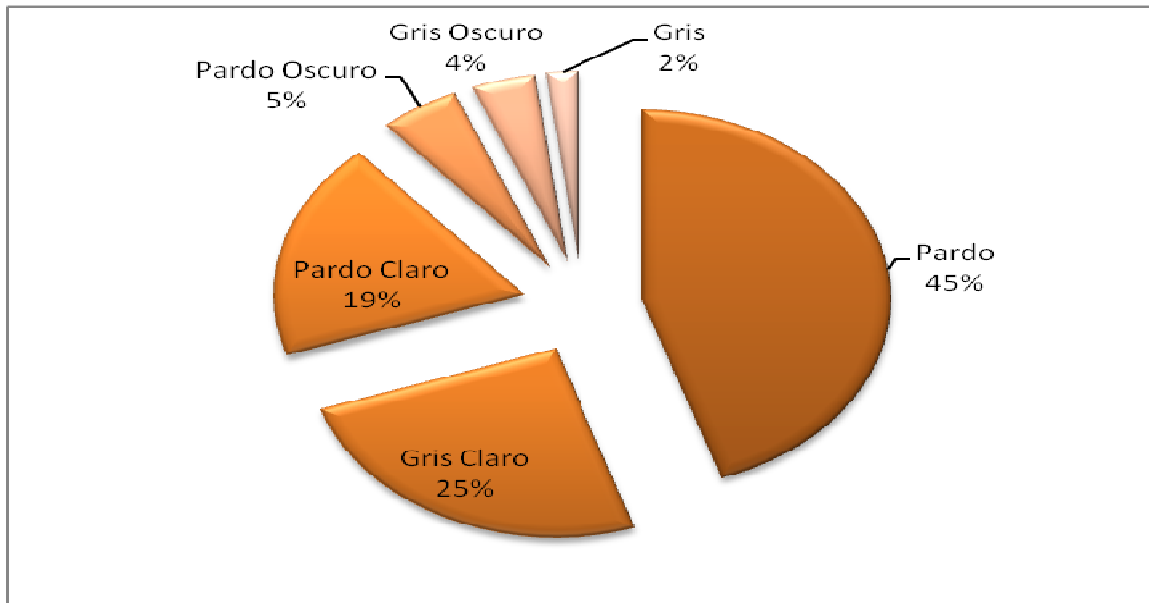


Figura 12. Porcentaje por color de sedimento en Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

La figura 3 muestra que el ancho de las hojas del pasto marino de Turte Harbour (1,09 cm) es menor que el ancho de las hojas de pasto marino de East Harbour (1.12 cm) ($\chi^2=0.89$, $p<0.001$).

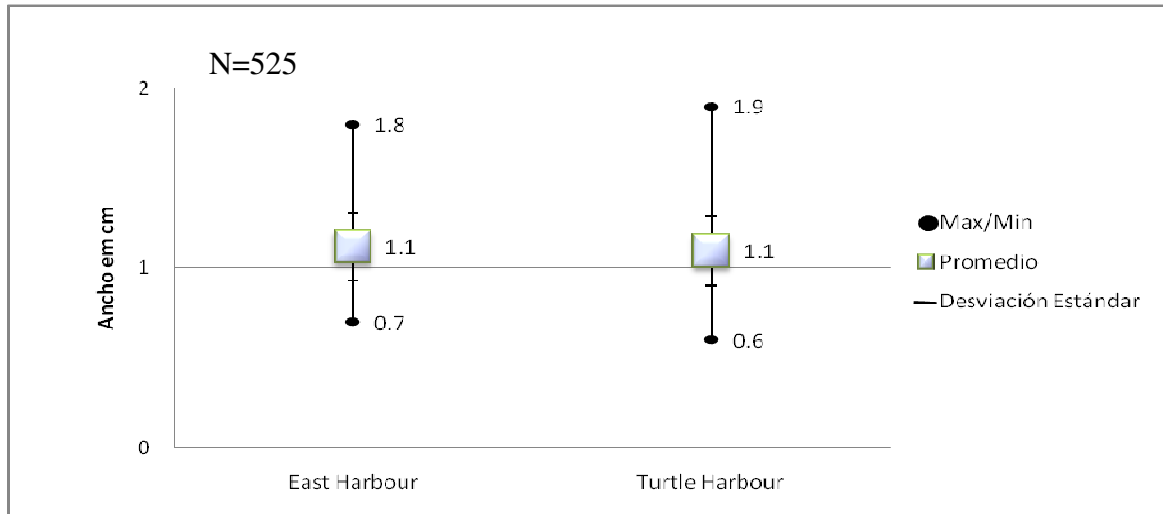


Figura 13. Ancho promedio en centímetros (cm) del pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

Los resultados de altura del pasto marino, muestran que el pasto marino (Figura 14) de East Harbour es mas alto que el pasto marino de Turtle Harbour ($\chi^2=0.004$, $p<0,0001$).

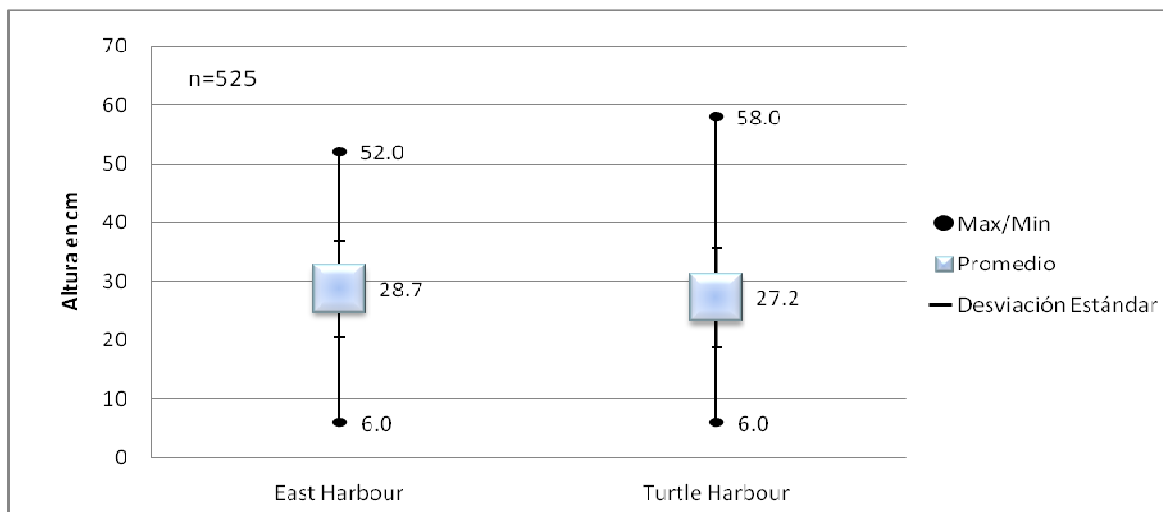


Figura 14: Altura promedio en centímetros (cm) del pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

El área de las hojas del pasto marino en East Harbour fue mayor al área de las horas en Turtle Harbour ($\chi^2=1042$, $p=0.002$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 2.27 cm^2 (Figura 15).

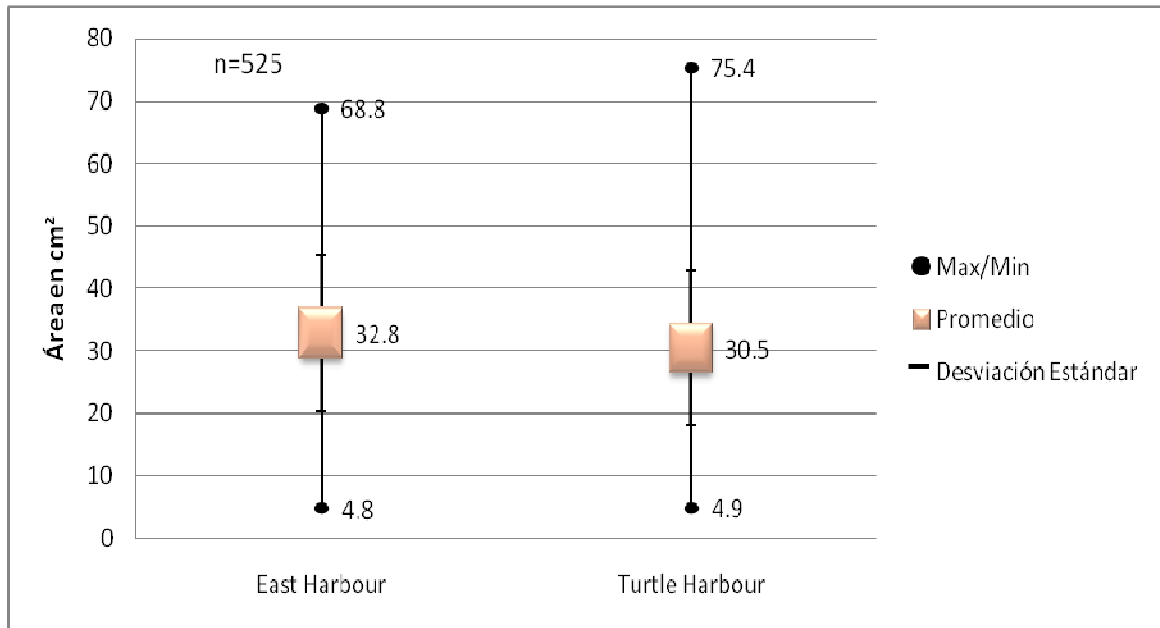


Figura 15: Área promedio en centímetros cuadrados (cm^2) del pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

No hubo diferencia en la cantidad de flores por planta de pasto marino en Turtle Harbour y East Harbour ($\chi^2=2989$, $p>0.65$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 0.002 flores (Figura 16).

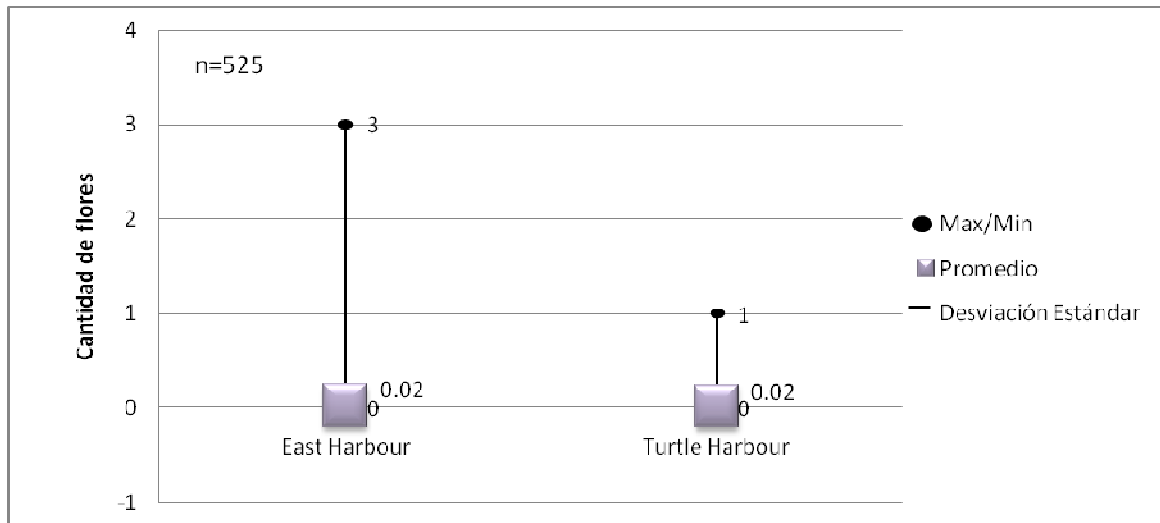


Figura 16: Cantidad promedio en unidades de flores del pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

La cantidad de hojas nuevas presentes en las plantas de pasto matino de Turtle Harbour fue igual a la cantidad de hojas nuevas presentes en las plantas de pasto marino de East Harbour ($\chi^2=1535$, $p=0.563$, Figura 17).

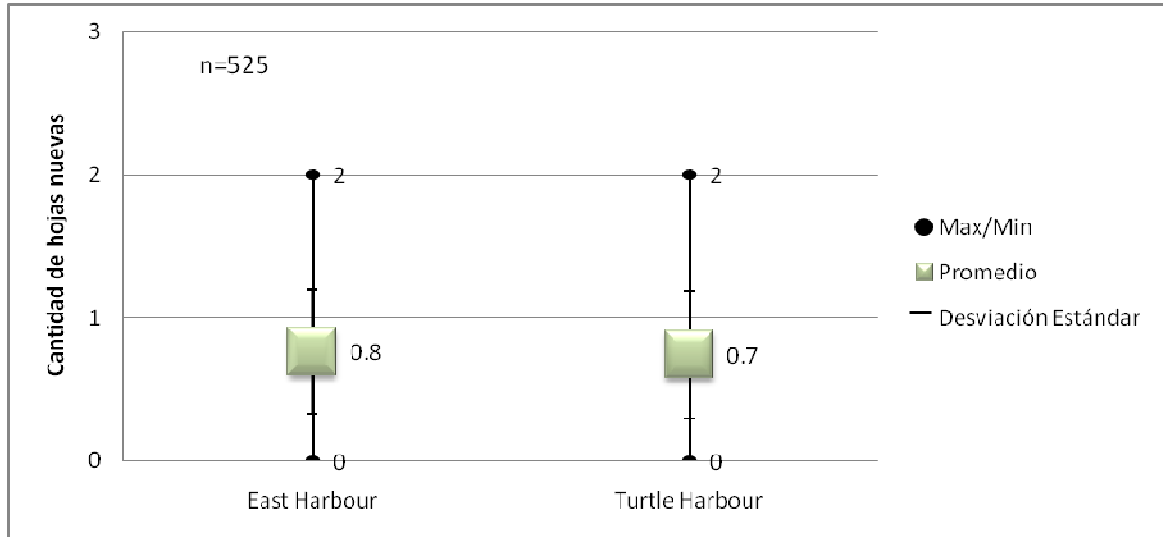


Figura 17: Cantidad de hojas nuevas por planta de pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

La cantidad de hojas viejas por planta en East Harbour (Figura 18) es mayor que la cantidad de hojas viejas por planta en Turtle Harbour ($\chi^2=1285$, $p<0.001$).

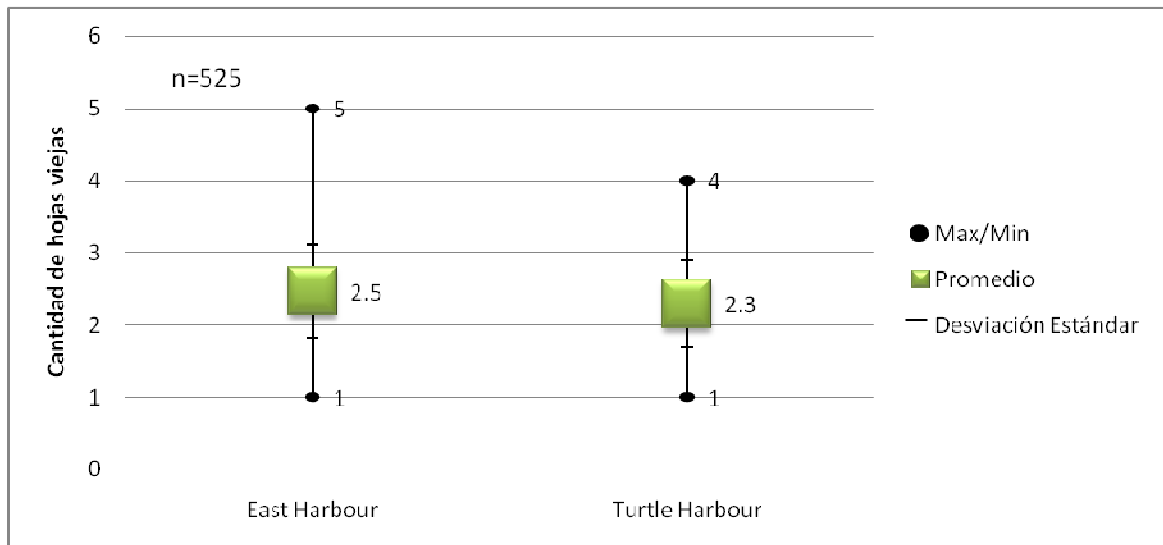


Figura 18: Hojas viejas en unidades por planta de pasto marino en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

Las hojas de pasto marino de East Harbour tienen una mayor cantidad de algas en su superficie que las hojas de pasto marino que Turtle Harbour ($\chi^2=763$, $p<0.001$). La diferencia entre los promedios de ambos lugares fue de 14 % (Figura 19).

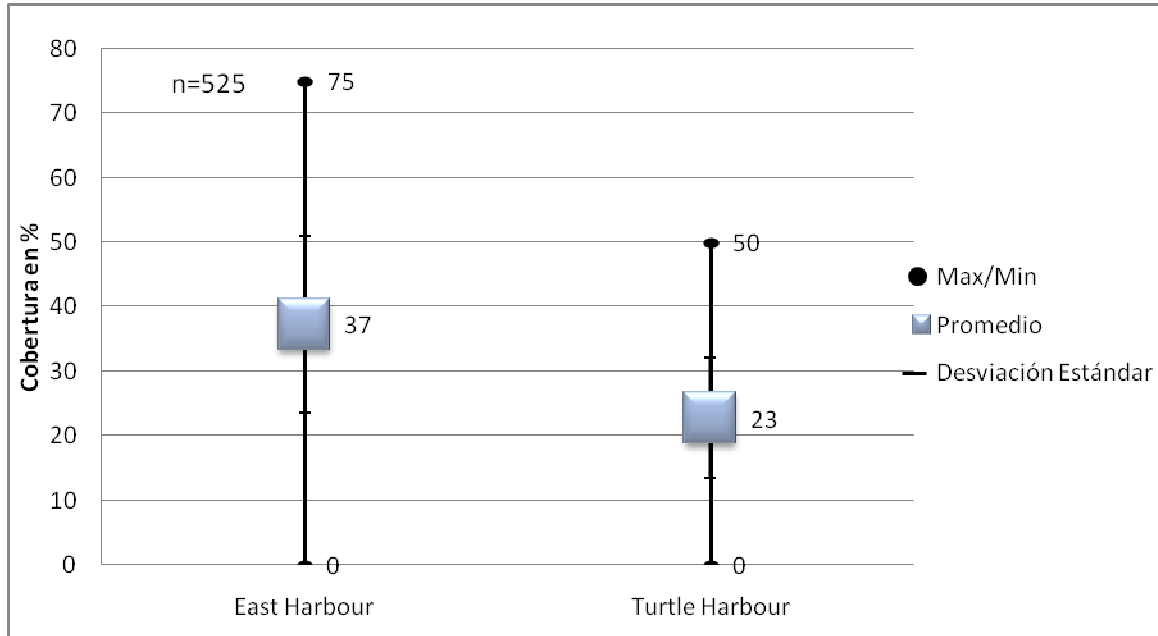


Figura 19: Cobertura de algas sobre el pasto marino en porcentaje (%). En East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008.

La diferencia de crecimiento de las algas fue mayor por 30.7% que la diferencia de crecimiento de pasto marino (Cuadro 5).

Cuadro5: Diferencia de crecimiento entre el pasto marino y las algas en East Harbour y Turtle Harbour, Utila, Honduras, 2008

	<i>Hoja de Pasto Marino</i>	<i>Cobertura de alga</i>
Turtle Harbour	30.5 cm²	23%
East Harbour	32.8 cm²	37%
Diferencia	2.3 cm²	14%
% Crecimiento	7.1%	37.8%
% Diferencia	30.7%	

No existe relación visible entre la altura del pasto marino y la profundidad a la que este se encuentra (Figura 20).

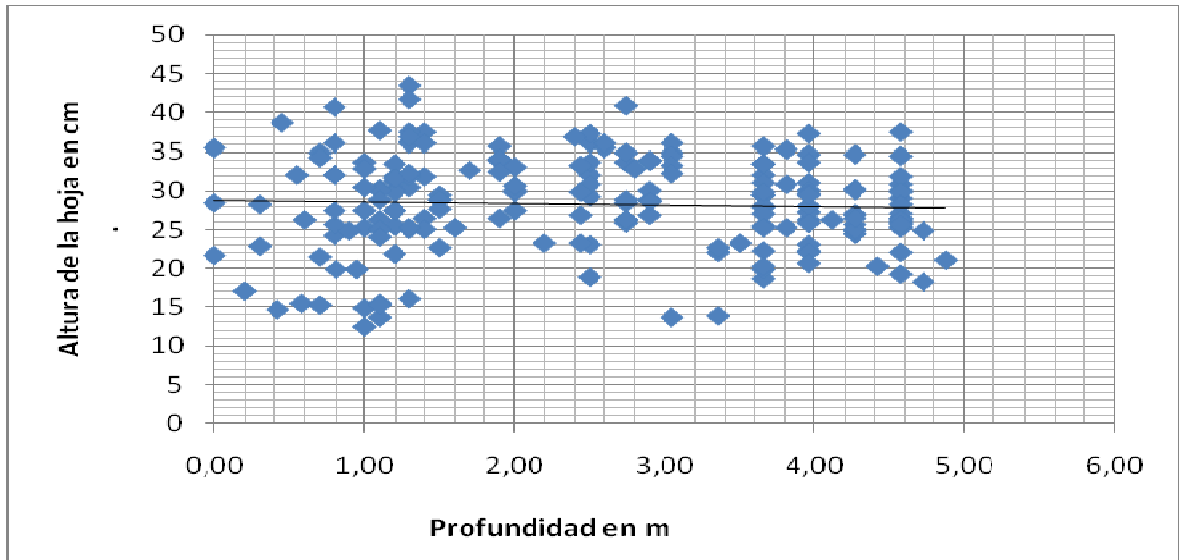


Figura 20: Relación de la profundidad en metros (m) del lugar con la altura del pasto marino en centímetros (cm) en Turtle Harbour y East Harbour, Utila, Honduras, 2008.

4. DISCUSIÓN

Debido a factores tales como las corrientes marinas y los vientos, las aguas alrededor de la isla de Utila se mantienen en constante movimiento, lo que provoca la homogeneización de temperaturas, salinidad y pH (Box, 2008). Por lo tanto, era de esperar que no se determinaran diferencias en los valores de estas variables en los dos sitios de este estudio (Cuadros 1 y 2). No obstante, a pesar de este proceso de homogeneización, la visibilidad es diferente entre los dos sitios (Cuadro 3). La visibilidad en East Harbour es menor a la visibilidad en la bahía de Turtle Harbour, lo que podría deberse al tráfico diario que hay en este último sitio, tanto de botes como de buceadores que con su intervención levantan constantemente las partículas del fondo. De acuerdo a Jeffrey (2008), una menor visibilidad no es sinónimo de contaminación, pero es evidente que afecta a los ecosistemas marinos de diversas formas. En el caso del pasto marino, la menor visibilidad implica el bloqueo de la luz que es vital para el crecimiento de estas plantas. De igual manera los rayos solares son vitales para el funcionamiento y crecimiento de los corales del arrecife.

La cantidad de partículas que se levantan del fondo y por tanto el grado de turbidez en el agua, dependen del tipo de sedimento en el área. El color de los suelos sedimentados indican existencia de materia orgánica o minerales; a mayor incidencia de colores pardos oscuros, mayor existencia de sedimentos nodulares (Gauggel, 2004) y a mayor incidencia de colores grises, mayor incidencia de sílice (León, 2007). Los colores pardos encontrados en Turtle Harbour sugieren que existe mayor cantidad de arcilla y sedimentos nodulares en esta zona. Por otro lado los colores grises, sugieren la existencia de más minerales en East Harbour (Figuras 10 y 12). Según UNALMED (2007), la composición del sedimento en East Harbour es de predominantemente arena (Figuras 9 y 11), la cual es la más móvil de las partículas del piso oceánico (0.3 m/s). La cantidad de arena en los sedimentos indica que la desembocadura cercana a los puntos de East Harbour (Figura 5) trae consigo grandes cantidades de este elemento. La cantidad de arena depositada en los pastos indica también erosión de suelos deforestados ubicados en la orilla o cuencas que drenan en esas aguas. En Turtle Harbour se distingue una mayor tendencia a la arena arcillosa, lo cual sugiere que el proceso de sedimentación es diferente en ambos lugares y que en Turtle Harbour no se presentan indicios de erosión en el sedimento o sustrato donde crece el pasto marino. La buena salud de los sedimentos en Turtle Harbour también se debe a la presencia de manglares alrededor de todo el borde de la bahía (Clauss & Wild, 2002).

Las condiciones del suelo y la calidad de agua, son factores que inciden en que Turtle Harbour presente tres veces más cantidad de individuos de otros grupos biológicos que East Harbour (Cuadro 4). Destaca un número más alto de peces juveniles, esponjas y rayas en Turtle Harbour (Cuadro 4) que indican una mayor abundancia de vida marina en general que la que existe actualmente en la bahía de East Harbour. Este hecho se puede atribuir, al menos en parte, a la vigilancia dentro de la reserva marina de Turtle Harbour que prohíbe cualquier tipo de pesca en del área (Buñay, 2008). La diferencia más grande se da en la cantidad de peces juveniles presente en cada uno de los lugares (Cuadro 4), lo cual puede indicar que el pasto marino de Turtle Harbour presenta mejores condiciones como refugio para varias especies de peces. El pasto marino puede ser calificado como hábitat esencial, ya que es utilizado por la biota al menos en una etapa crítica de su ontogenia (Rojas, 2001).

En el futuro, la población de peces juveniles se expandirá fuera de las áreas de la reserva marina. Al aumentar las poblaciones de peces adultos gracias al hecho anterior, el pasto marino cumple un papel relevante en el sostén de la economía pesquera de Utila. Al mejorar la economía pesquera, no sólo mejora la calidad alimentaria de la zona, sino también el empleo (Meester *et al.*, 2004). Las poblaciones de peces presentes en el pasto marino no sólo sugieren que la reserva está cumpliendo su papel de protección de la biodiversidad (Valdes, 2004), sino también está ayudando a asegurar la economía local a largo plazo.

Uno de los hábitats ideales para los peces juveniles es el pasto marino, ya que el tamaño y la densidad de sus hojas forman un buen refugio para el tamaño que los peces tienen en la etapa juvenil (Barrios, 2001). El número de hojas viejas y el área de las hojas de pasto marino en East Harbour es mayor al número y área de estas en Turtle Harbour (Figura 15 y 18). Por lo tanto, este indicador de biomasa de East Harbour (dada por el área superficial multiplicada por la cantidad de hojas por planta de pasto marino), es mayor a la biomasa en Turtle Harbour. No obstante, basado en las afirmaciones de Barrios (2001), el pasto marino en East Harbour debería presentar menor biomasa, ya que las condiciones a las que éste se somete son más duras dada la cantidad de desechos líquidos vertidos en el agua y la contaminación producida en ésta bahía. Sin embargo, las hojas del pasto marino de la reserva de Turtle Harbour, a pesar de estar bajo protección presentan un área menor a las hojas de East Harbour (Cuadro 15). Éste fenómeno es explicado por INVEMAR (2001) que afirma que el sobre-crecimiento de pastos marinos se debe a las condiciones de eutrofización y al sobre-crecimiento de algas y diatomeas, que a la larga reducen la cobertura de pastos. El sobre-crecimiento de las algas y las diatomeas inicialmente favorece el sobre-crecimiento del pasto marino ya que este es forzado a incrementar su superficie para competir por luz y nutrientes (Green & Short, 2003).

La eutrofización es el proceso de contaminación de las aguas por exceso de materia orgánica, que ocasiona un aumento de nitrógeno y fósforo que al mismo tiempo eliminan el oxígeno del agua (Gutierrez, 2007). La eutrofización en East Harbour es uno de los resultados del hecho que las viviendas ubicadas en el centro de Utila vierten sus aguas residuales directamente en esta bahía (UMA, 2008). El oxígeno en el agua es vital para los peces (Zieman, 1979), la ausencia de este elemento por la eutrofización también explicaría

la menor incidencia de peces juveniles en East Harbour (Cuadro 3). Un ejemplo adicional del efecto del exceso de nutrientes es la cobertura de algas determinada en este estudio (Cuadro 19). Debido a que el exceso de algas favorece el sobre-crecimiento de las hojas del pasto marino, la cobertura de algas es utilizada como indicador del deterioro general del ecosistema (Litler & Litler; 1984, Hughes, 1994) y en algunos casos específicos es usado como indicador de enriquecimientos de nutrientes (Lapointe, 1997). El menor tamaño de las hojas del pasto marino y la menor cantidad de algas sobre las mismas son indicadores de una mejor condición de este ecosistema en Turtle Harbour (INVEMAR 2005). Al mismo tiempo se justifica la mayor cantidad de organismos registrada en esta reserva y permite sugerir que con la intervención en la deposición de desechos se logró evitar el crecimiento de algas y al mismo tiempo se logró triplicar la cantidad de vida marina en Turtle Harbour. El exceso de algas sobre las hojas de los pastos marinos, indica una menor superficie para la fotosíntesis, por ende mayor debilidad de la planta para evitar las algas y se provoca una fuerte competencia por luz solar y por nutrientes entre el pasto y las lagas (Green & Short, 2003).

La competencia y el estrés provocan un menor rendimiento en las funciones del pasto marino, tales como la purificación del agua y la sedimentación de los suelos (Green & Short, 2003). En la competencia entre el pasto marino y las algas, éstas tienen mayor ventaja ya que el porcentaje de crecimiento del pasto marino es menor al porcentaje de crecimiento de las algas (Cuadro 5). La diferencia en la velocidad de crecimiento, implica que las algas se adaptan mejor que los pastos marinos a las condiciones de eutrofización de East Harbour. La alta velocidad de crecimiento de las algas marinas no sólo afecta de forma negativa al pasto marino, sino también a los arrecifes de coral que al igual que los pastos marinos compiten con las algas por nutrientes (Box & Mumby, 2007). Además de los nutrientes, otro de los principales requerimientos de los arrecifes de coral para el crecimiento es la entrada suficiente de luz solar, lo que solo se puede dar en sitios con agua limpia, libre de partículas flotantes (Mumby, 2007). La competencia por nutrientes y por luz solar no sólo se da entre las algas y el pasto marino sino también entre las algas y el arrecife de coral. Además de estas competencias, es posible que el tamaño de las hojas de pasto marino se deba a otras causas como la cantidad de sedimentos levantados en East Harbour que provocan que la planta se expanda para obtener mayor cantidad de luz (Green & Short, 2003). Otro motivo para el crecimiento acelerado de las hojas del pasto marino podría ser el exceso de epífitas que obligan a la planta a aumentar su tamaño más rápidamente en busca de aumentar la superficie para captar la luz del sol (Green & Short, 2003). Hay que recalcar que el exceso de algas puede ser también una causa de la eutrofización provocada por los desechos humanos (Barreiro, 2005). Por otro lado, la profundidad puede ser también un factor de cambio en la longitud de las hojas de pasto marino (Jeffrey, 2008), sin embargo, en este estudio no se encontró ninguna relación (Figura 20). Posiblemente esto se debe a que las profundidades a las que se estudió el pasto marino en Turtle Harbour y en East Harbour son similares. Los cambios de profundidad se dan de acuerdo a la distancia del transepto a la orilla de la playa (Figura 1). Este fue un importante factor a controlar ya que la profundidad provoca tanto un cambio en la temperatura del agua como en la penetración de la luz solar (Clauss & Wild, 2002).

La mayor densidad de pasto marino en Turtle Harbour que en East Harbour (Figura 8) puede tener varias implicaciones y es atribuible a múltiples factores. Entre estos factores está la calidad del sedimento y del agua, el tamaño de las hojas de las plantas de pasto marino y la cantidad de epífitas existentes sobre éstas. Las plantas del pasto marino, además de necesitar un suelo para sostenerse, necesitan de los nutrientes flotantes en el agua para el crecimiento. De acuerdo a Gómez (2001), la densidad del pasto marino depende de todas las variables antes mencionadas combinadas, ya que todas están relacionadas entre sí. Según lo anterior y lo determinado en este estudio, la variable de mayor importancia en Utila es el crecimiento de algas, el cual presenta un mayor porcentaje de crecimiento que el del pasto marino (Cuadro 19).

A través del control en la entrada de pescadores y de buceadores al área protegida de Turtle Harbour, hay menos perturbación que incide en una mayor tasa de reproducción de los individuos (Korda *et al.*, 2008). Por otro lado, Turtle Harbour restringe la deposición de todo tipo de desechos a la bahía (BICA, 2008), lo cual se ve reflejado en la visibilidad del agua, la cantidad de algas sobre las hojas del pasto marino y el tamaño de las hojas de pasto marino (Cuadro 3, Figura 15 y 18). Por el contrario, en East Harbour se vierten desechos líquidos provenientes directamente de las viviendas del centro. Con más de 2,000 habitantes todo el año y más de 5,000 transitorios al año (UMA, 2008), se crea una cantidad considerable de aguas residuales que son vertidas directamente al mar. Las aguas residuales tienen un fuerte impacto en el pasto marino y en las algas (Calva, Torrez, 2008) y se puede afirmar que es el principal factor de contaminación y estrés en este ecosistema. Para solucionar este problema, existe un proyecto de alcantarillado en el centro de Utila que pretende recoger todas las aguas residuales de las viviendas y limpiarlas antes de que sean vertidas al mar (UMA, 2008). Gracias a éste proyecto se podrá mitigar a futuro el impacto negativo de esta práctica.

5. CONCLUSIONES

- La descarga de aguas residuales y nutrientes en East Harbour es significativa, lo cual ocasiona que el pasto marino y las algas en East Harbour presenten un mayor tamaño y cantidad comparado con el pasto marino y las algas de Turtle Harbour.
- La cantidad de nutrientes excesiva provoca competencia entre el pasto marino y las algas, sin embargo las algas tienen un porcentaje de crecimiento mayor al del pasto marino, provocando que la competencia sea una colonización de las algas sobre el pasto marino.
- Debido al manejo actual del área protegida de Turtle Harbour el pasto marino tiene menos algas sobre su superficie, indicador de que no hay eutrofización ni exceso de nutrientes en esta bahía
- Debido al buen estado de salud del pasto marino en Turtle Harbour y la prohibición de pesca e intervención, hay más vida acuática, lo cual otorga más seguridad a la economía local.
- Las bahías de Turtle Harbour y East Harbour son iguales en cuanto a profundidad, salinidad y PH, sin embargo la visibilidad en la bahía de Turtle Harbour es mucho mayor que la visibilidad en la bahía de East Harbour.
- Los sedimentos del pasto marino tienen la misma composición en ambos lugares, sin embargo en Turtle Harbour presentan un color pardo mientras que los colores en East Harbour tienen un color grisáceo.

6. RECOMENDACIONES

- Realizar este estudio considerando el factor tiempo, hacerlo varias veces al año para poder monitorear el crecimiento del pasto marino.
- Tomar más sitios de muestreo alrededor de la isla que estén intermedios a los dos descritos en éste estudio para tener más puntos de comparación.
- Ampliar el estudio analizando poblaciones conectadas a las poblaciones de pasto marino, ya se de manglares, corales e incluso poblaciones de peces.
- Con equipo especializado en estudio de aguas marinas, hacer una relación entre calidad de agua y pasto marinos en ambo sitios, a manera de establecer la relación que el pasto marino tiene con su medio en este tipo de clima.
- Cuantificar la cantidad y ver el contenido de los desechos botados en EH por la población de la ciudad de Utila. Relacionar nutrientes específicos con crecimiento marino.
- Usar este estudio como base para la justificación de inversiones futuras en el área protegida de Turtle Harbour y como justificación para un plan de manejo de la bahía de East Harbour
- Difundir éste y estudio similares a las autoridades y al público en general de la isla de Utila.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, N. 2007. Bosques Latifoliados Maduros (entrevista). Honduras. Universidad Zamorano.
- Barrios, L.M., Gómez, D.I. 2001. Estado de las praderas de pasto marino. San Andrés Colombia. INVEMAR. 41-47p.
- Birkeland, C. 1997. Life and Death of Coral Reefs. Nueva York: C y H.
- Bonilla. 1995. Aspectos del ecosistema marino costero de Jose, estado de Anzoategui, Venezuela. Bol. Inst.Oceaogr. Venezuela, Univ. Oriente 34, 5-23.
- Box, S. 2008. Are remittances really worth more than the natural resources of Utila? Utila East Wind, 2p.
- Box, S. 2007. Intervention and Conservation. Utila East Wind, 1p.
- Box, S. 2007. Effect of macroalgal competition on growth and survival of juvenile Caribbean corals. Marine Ecology Progress Series, 342: 139-149 .
- Bronson, P. H. 1997. A pseudoseasonal reproductive strategy in a tropical rodent, *Peromyscus nudipes* . Journal of Reproduction and Fertility , 57-67.
- Clauss, S., & Wild, C. 2002. Flächennutzungs-und schutzgebietsplanung als Instrumente der nachhaltigen Entwicklung der Insel Utila, Honduras. Freising Weihenstephan.
- Cohen, J. 2006. Earthsky. Retrieved jun 5, 2008, from Como especie estamos aprendiendo a ser un aduto maduro: www.earthsky.org/humanworld/interviews.php
- Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science , 1302-1310p.
- Cooper, A. 2007. Utila, Sitio Oficial. Retrieved Mayo 20, 2008, from About Utila Web Site: www.aboututila.com
- Cuesta, J. 1997. The 1997 social accounting matrix for Honduras. Institute of social Studies, 23p.

CARICOMP. 2001. Caricomp methods manual: Levels 1 and 2. Caricomp data Management Center. Kingston, Jamaica. 34p.

Elisara-La'ulu, F. M. 2002. Samoa: un enfoque desde la sociedad civil para asegurar el manejo comunitario del bosque. *Movimiento mundial por los Bosques tropicales*.

Garzón-Ferreira Jaime, M.-B. M. 2003. Current condition of *Acropora palmata* and *A. cervicornis* coral formations in the Tayrona National Natural Park (Colombia). *Bol. Invemar*, 117-136.

Gonzalez, S. A. 2006. *Conservacion de pasos marinos*. Madrid: Prograa Explora.

Graham, N. 2003. *Environmental Conservation*, 200-208.

Green, E. P., & Short, F. T. 2003. *The world Atlas of Seagrasses*. University of California, Berkeley, USA: UNEP World Conservation Monitoring Centre.

Gutierrez, S. 2007. *Ambiente Ecológico*. Retrieved oct 3, 2008, from www.ambiente_ecologico.org/aguas/proceso_de_eutrofización

J.R., R. 2001. *Corredores biológicos y hábitats marinos esenciales en Centroamérica*. *Ambientico*, (95)10-12.

Kemp, M. a. 1989. Aspects of nitrogen acquisition and conservation in eelgrass plants. *Aquat. Bot.*, 35:289-300.

Korda RC, *et al.* 2008. *Fishery decline in Utila: Disentangling the web of governance*. Marine Policy, New Castle University. 12p.

Laforgue, M. 2000. *Diagnóstico de la calidad de las aguas de la Isla de Utila*. Utila: Iguana Station.

León, L. S. 2007. Actinomycetes bioactivos de sedimento marino de la costa central de Perú. *Rev.peru.biol*, 14(2): 259-270.

Lugo, A. E., & Brown, S. 2006. *Los trópicos pueden revivir*.

McField, M. a. 2007. *Healthy Reefs for Healthy People: A guide to Indicators of Reef Health and Social Well-being in the mesoamerican Reef Region*. Miami, Florida: Franklin Trade Graphics.

Meester *et al.* 2004. *Designing Marine Reserves for Fishery Management*. *Management Science*. Florida. 50(8) 1031-1043p.

Mora, J. 2008. *Areas Marinas Protegidas*. (A. Bustillos, Interviewer)

- Mumby PJ, H. A. 2007. Thresholds and the resilience of Caribbean coral reefs. *Nature* , 98-101p.
- Mumby, H. 2008 The impact of ecosystem connectivity on coral reef resilience. *Journal of Applied Ecology* , 45:854-862.
- N.E. Ardilla, J. R. 2001. Arrecifes Coralinos del Caribe. In R. R. R. Primack, *Fundamentos de Conservación Biológica* (p. 797). Mexico D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Peter J. Mumby, Alastair R. Harborne, Jodene Williams. 2007. Trophic cascade facilitates coral recruitment in a marine reserve. *PNAS* , 8362-8367.
- Pillans, S. 2005. *Marine Ecology Progress Series* , 295: 201-213.
- PISCO, F. 2008. *La Ciencia de las Reservas Marinas*. Santa Barbara: Oregon State University. 10p.
- Pittock, A. B. 2005. *Climate Change*. Australia: CSIRO Publishing.
- PNUMA. 2001. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Retrieved jun 5, 2008, from El caribe cuenta con el 7% de los arrecifes coralinos del planeta: www.almediam.org/amigos/de/Honduras/página15/NAT_013.htm
- Rose, R. 2007. Utilas's foundation is it's Reef. *Utila East Wind* , 1.
- SAM. 2003. *Manual de capacitación en el diseño y elaboración de planes para el manejo de áreas protegidas*. Belice: Proyecto para el sistema arrecifal esoamericano.
- Saunders. 2005. *Marine Ecology Progress Series* , 249:107.
- Seamarazul. 2007. Seamarazul. Retrieved oct 27, 2008, from Seguimiento científico de las reservas marinas: www.seamarazul.blogspot.com/2008/08/seguimiento-científico-de-las-reservas.html
- Secoff, M. 2001. Honduras. Retrieved oct 1, 2008, from Departamento de Islas de la Bahía: www.angelfire.com/ca5/mas/dpmapas/isl/isl.html
- SERNA, S. d. 2005. SERNA-Indicadores Ambientales. Retrieved Junio 24, 2008, from Serna Web Site: http://www.serna.gov.hn/centro_de_informacion/Paginas/IndicadoresAmbientales.aspx
- Stoyle, G. 2008. Seagrass and Algae in Utila (entrevista). Honduras. Universidad Zamorano.
- UMA. 2008. Proyecto de manejo en Utila (entrevista). Utila, Honduras. UMA

UMA. 2008. Sistema de desechos en Utila. (A. Bustillos, Interviewer)

UNALMED. 2007. Universidad de Medellin. Retrieved oct 2, 2008, from www.poseidon.unalmed.edu.co/MIRH/materias/pres/unidad_5pdf

USAID. 2007. Alianza nacional de apoyo para la implementacion del programa de trabajo en areas protegidas (NISP). 2.

Valdes, S. M. 2004. Partículas de carbón en sedimentos marinos de la bahía mejillones del sur. *Investigaciones Marina* , 32(1):93-99. ISSN0717-7178.

Worldbank. 2008. Campaña año del arrecife insta a una acción inmediata para salvar ecosistema oceánico. Retrieved set 2, 2008, from Grupo del Banco Mundial: www.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/NEWSSPANISH.org

Zieman, O. &. 1979. Estructura y categorías tróficas de peces asociados a praderas de *Thalassia testudinum* (Hydrocharitales, Hydrocharitaceae) en el golfo de Cariaco. Venezuela: Universidad de Oriente.

8. ANEXOS

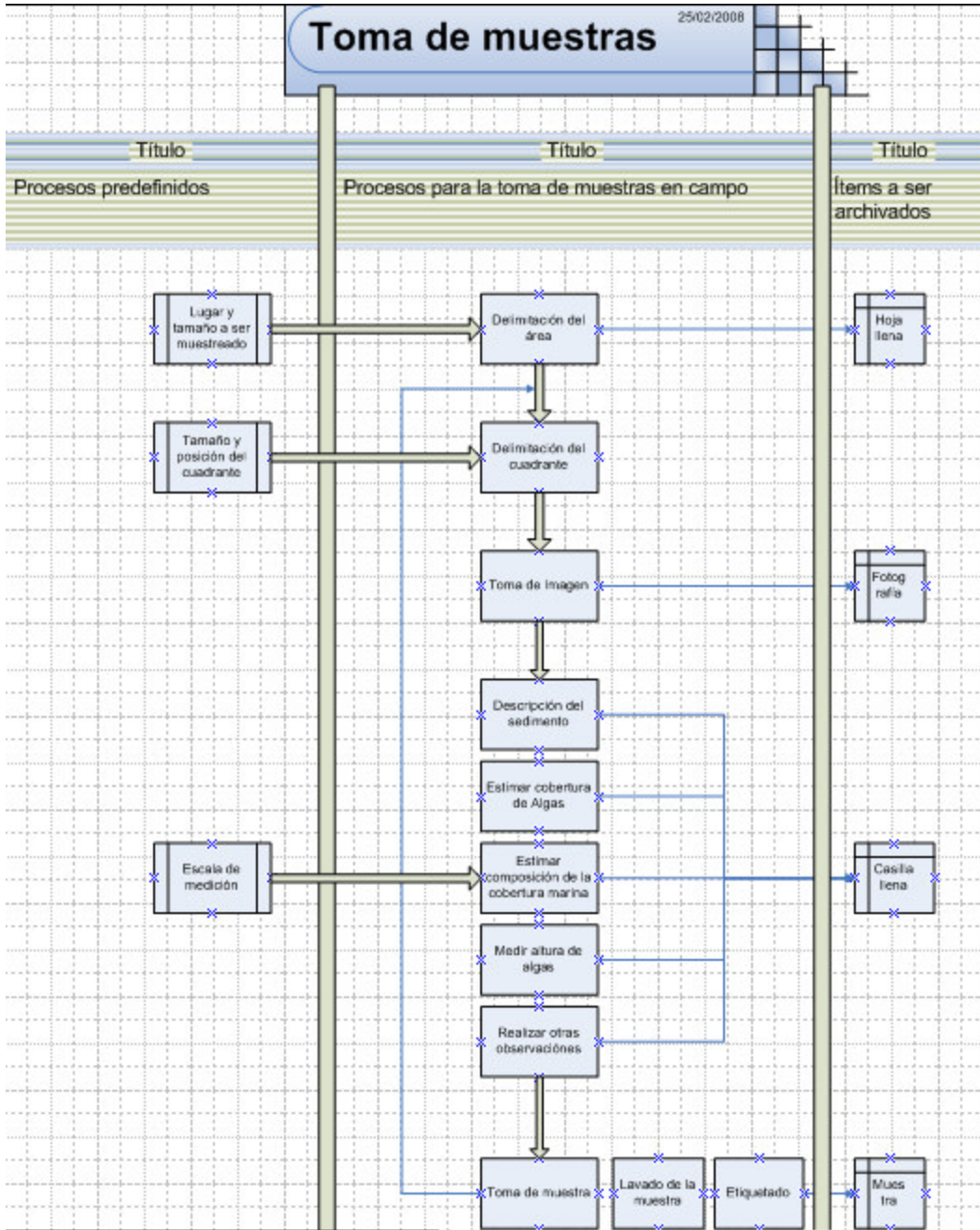
ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PASTO MARINO

#	Variables	Definición Real	Definición Operacional	Medición
1	Referencia Espacial del Lugar	Delimitación y caracterización geográfica de ambos lugares a estudiar	Latitud Altitud/Profundidad Superficie Relieve Continentalidad	° msnm/m Km2 m Km.
2	Componente Abiótico	Caracterización del entorno climático y descripción de los componentes del mismo en ambos lugares a estudiar	Temperatura del Aire Humedad Precipitación mensual Viento Cantidad de luz Presión Atmosférica	°C mm mm Km./h hrs/día Pa.
3	Calidad de agua	Caracterización del entorno acuático y descripción de los componentes del mismo	Temperatura del Agua Salinidad PH Sedimentos Nivel de eutrofización Turbidez	°C ppm Nominal ppm NTU
4	Densidad (cantidad)	Unidades de pasto marino sobre área definida	Área Cantidad de plantas Cantidad de hojas por planta	m ² # #
5	Calidad	Estado, tamaño y salud del Pasto Marino	Altura de las hojas Ancho de las hojas Cobertura de epifitas	cm cm %
6	Intervenciones	Intervenciones humanas realizadas en cada uno de los puntos a estudiar (ya sean de protección o destrucción)	Depredaciones Desechos(basura y AN) Intensidad Leyes Manejo Otros Factores	Nominal Nominal Nominal Nominal Nominal

ANEXO2. MATERIALES NECESARIOS PARA LA TOMA DE DATOS EN EL CAMPO

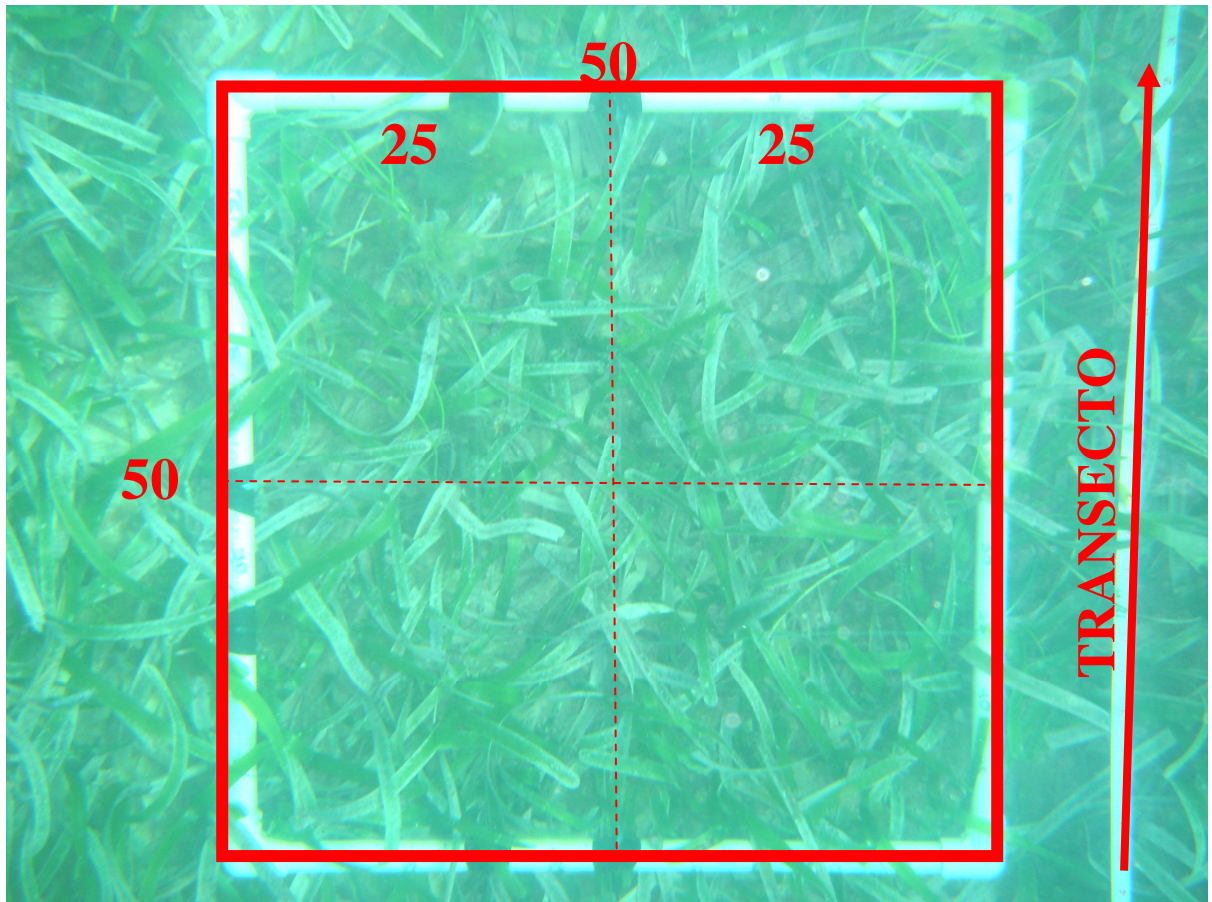
	<i>Cant.</i>	<i>Detalle</i>
1	1	Boya flotante
2	3	Cinta métrica (50m)
3	3	Cuadrante (50cm ²)
4	3	Compas
5	3	Marcador permanente
6	33	Bolsas para muestras
7	3	Tablas para llenar
8	3	Lápices
9	3	Hojas con formato
10	1	GPS
11	1	Termómetro
12	1	Profundímetro
13	3	Cámara Fotográfica

ANEXO 3. PROCESO DE TOMA DE MUESTRAS

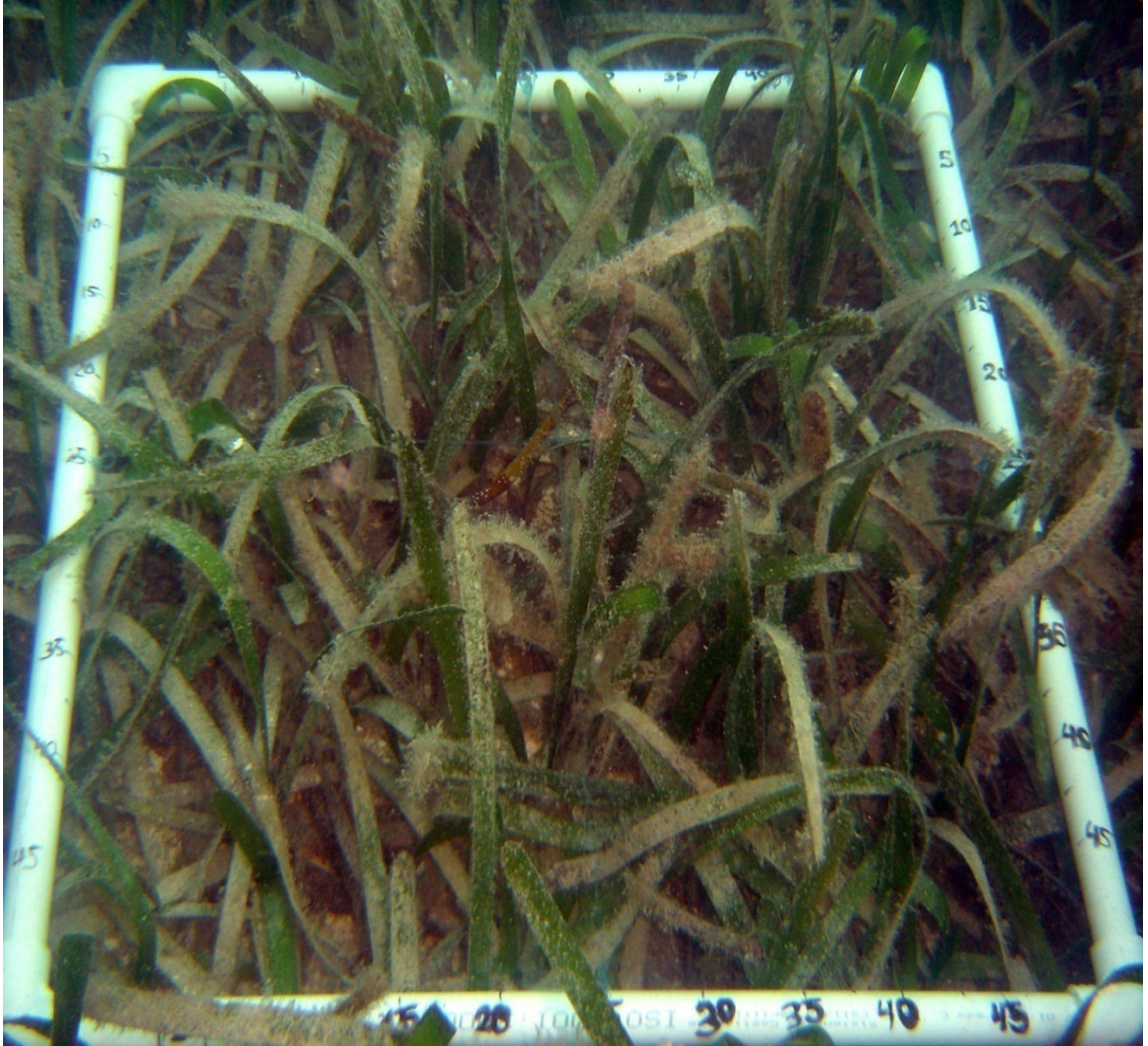


ANEXO 4. PLANTILLA USADA PARA LA TOMA DE DATOS DEL PASTO MARINO

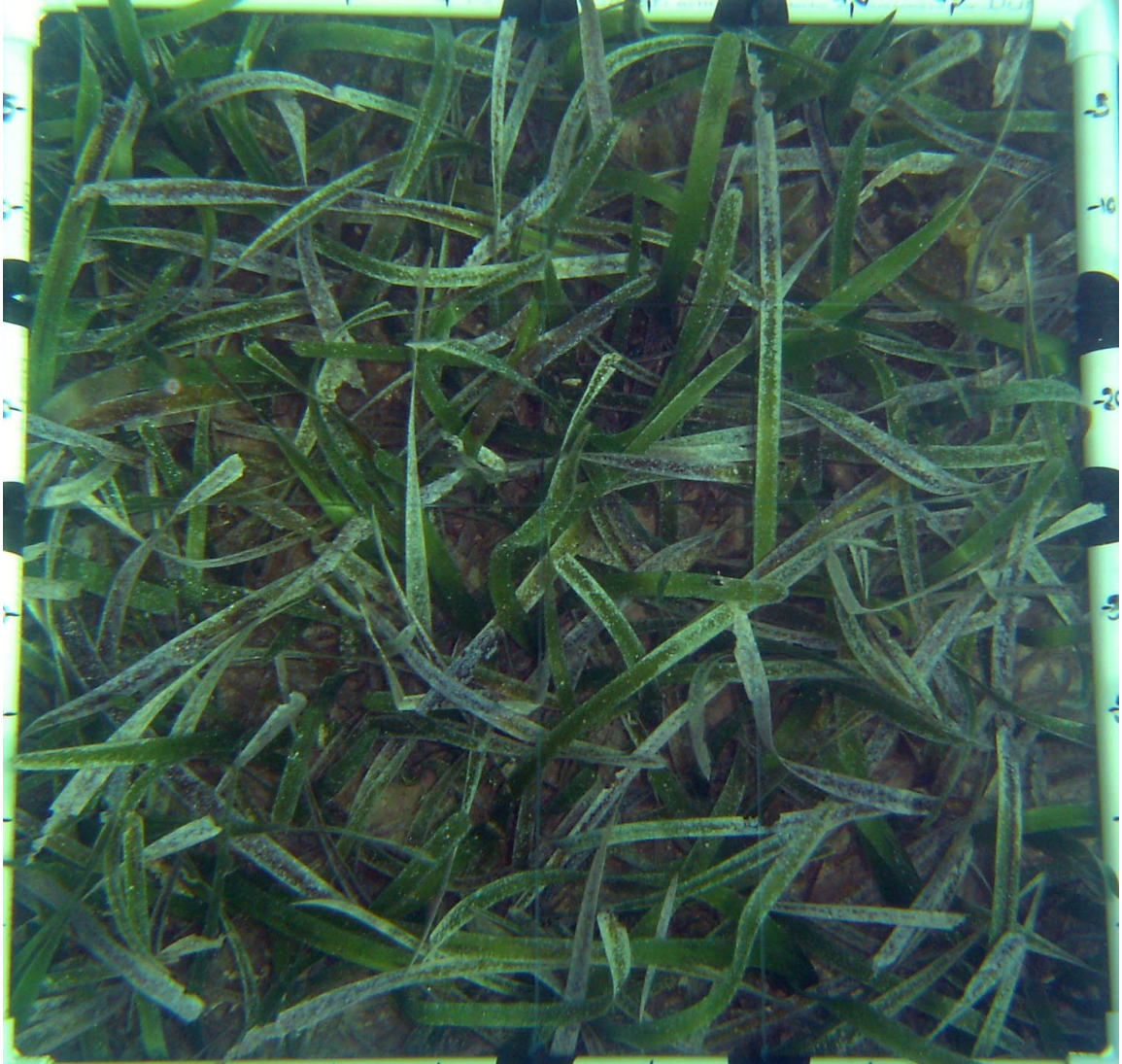
PLANTILLA PARA LA TOMA DE DATOS EN CAMPO								
Nombre: <u>Alicia Bustillos Ardaya</u> Fecha <u>13 / 03 / 2008</u>								
Area# <u>3</u> Lugar <u>west bay pond (private beach)</u>								
Hora de Inico <u>09:00</u> am T° Aire <u>28</u> Prof. Inicio <u>60</u>								
Hora Final <u>10:40</u> am T° Agua <u>34</u> Prof. Final <u>80</u>								
Salin. <u>36</u> PH <u>7,1</u> Turbidez <u>90%</u> Viento <u>suave - SE</u>								
1,026								
Transecto	Cuadrante	#Hojas	Sedimento		Profundidad (cm)	Comentarios		
			Textura	Color		Macrofauna	Ins.	Observaciones
1	1 (0m)	140	S	G	60	NO	NO	Only snorkeling gear was necessary
	2 (5m)		S+Cs	G	55	NO	NO	
	3 (10m)		S+Cs	G	45	Estrella	NO	90% of the leaves presented yellow and brown spots under the algae
	4 (15m)		Fs	Dg	30	NO	NO	
	5 (20m)		S+Cs	G	20	NO	NO	
	6 (25m)	255	Cs	Dg	30	NO	NO	
	7 (30m)	207	M+S	Dg	42	Raya	NO	
	8 (35m)		M	Bg	58	NO	NO	
	9 (40m)		M+S	Dg	95	NO	NO	
	10(45m)		M	Dg	81	NO	NO	
	11(50m)		207	S+Cs	Lg	80	NO	NO
Textura: Sand(S); Fine Sand(Fs); Mud(M); Coarse Sand(Cs) Color: Gray (G); Dark Gray(Dg); Light Gray(Lg); Brown(B); Dark Brown(Db); Light Brown(Lb)								
Utila Center for Marine Ecology								

ANEXO 5. ESQUEMA DE CUADRANTE

ANEXO 6. EJEMPLO DE FOTOGRAFÍA TOMADA EN EAST HARBOUR (A COMPARARSE CON FOTOGRAFÍA EN ANEXO 7)



ANEXO 7. EJEMPLO DE FOTOGRAFÍA TOMADA EN TURTLE HARBOUR (A COMPARARSE CON FOTOGRAFÍA EN ANEXO 6)



ANEXO 8. DETALLE DE SEDIMENTOS

EAST HARBOUR					TURTLE HARBOUR				
	Cuadr.	Textura	Color			Cuadr.	Textura	Color	
1	A	1 (0m)	Arena	Gris	4	A	1 (0m)	Lodo+Arena	Gris oscuro
1		2 (5m)	Arena+Grava	Gris	4		2 (5m)	Lodo	Gris oscuro
1		3 (10m)	Arena+Grava	Gris	4		3 (10m)	Lodo+Arena	Gris oscuro
1		4 (15m)	Arena fina	Gris oscuro	4		4 (15m)	Lodo+Arena	Gris oscuro
1		5 (20m)	Arena+Grava	Gris	4		5 (20m)	Arena+Lodo	Pardo
1		6 (25m)	Grava	Gris oscuro	4		6 (25m)	Lodo	Gris claro
1		7 (30m)	Lodo+Arena	Gris oscuro	4		7 (30m)	Lodo	Gris claro
1		8 (35m)	Lodo	PardoGris	4		8 (35m)	Lodo	Gris claro
1		9 (40m)	Lodo+Arena	Gris oscuro	4		9 (40m)	Lodo	Gris claro
1		10(45m)	Lodo	Gris oscuro	4		10(45m)	Lodo	Gris claro
1		11(50m)	Arena+Grava	Gris claro	4		11(50m)	Lodo	Gris claro
1	B	1 (0m)	Arena	Gris oscuro	4	B	1 (0m)	Grava	Gris claro
1		2 (5m)	Arena	Gris oscuro	4		2 (5m)	Grava	Pardo
1		3 (10m)	Arena	Gris claro	4		3 (10m)	Grava	Pardo
1		4 (15m)	Arena	Gris claro	4		4 (15m)	Grava	Gris claro
1		5 (20m)	Arena	Gris claro	4		5 (20m)	Arena	Gris claro
1		6 (25m)	Arena	Gris claro	4		6 (25m)	Arena	Gris claro
1		7 (30m)	Arena	Gris claro	4		7 (30m)	Grava	Gris claro
1		8 (35m)	Arena	Gris claro	4		8 (35m)	Grava	Gris
1		9 (40m)	Arena	Gris	4		9 (40m)	Arena	Gris claro
1		10(45m)	Arena	Gris	4		10(45m)	Arena	Gris claro
1		11(50m)	Arena fina	Gris oscuro	4		11(50m)	Arena	Gris claro
1	C	1 (0m)	Arena fina	Gris oscuro	4	C	1 (0m)	Grava	Gris
1		2 (5m)	Arena fina	Gris oscuro	4		2 (5m)	Grava	Gris claro
1		3 (10m)	Arena fina	Gris oscuro	4		3 (10m)	Arena	Pardo
1		4 (15m)	Arena	Gris oscuro	4		4 (15m)	Lodo+Arena	Pardo
1		5 (20m)	Arena	Gris oscuro	4		5 (20m)	Lodo+Arena	Pardo
1		6 (25m)	Arena	Gris	4		6 (25m)	Lodo+Arena	Gris claro
1		7 (30m)	Arena	Gris claro	4		7 (30m)	Arena	Gris claro
1		8 (35m)	Arena	Gris claro	4		8 (35m)	Arena	Gris claro
1		9 (40m)	Arena	Gris claro	4		9 (40m)	Grava	Pardo
1		10(45m)	Arena	Gris claro	4		10(45m)	Grava	Gris claro
1		11(50m)	Arena	Gris	4		11(50m)	Grava	Gris claro
2	A	1 (0m)	Arena fina	Pardo	5	A	1 (0m)	Lodo	Pardo
2		2 (5m)	Arena	Gris oscuro	5		2 (5m)	Arena+Lodo	Pardo
2		3 (10m)	Arena fina	Gris oscuro	5		3 (10m)	Lodo+Arena	Pardo
2		4 (15m)	Arena fina	Gris claro	5		4 (15m)	Lodo	Pardo
2		5 (20m)	Arena fina	Gris oscuro	5		5 (20m)	Lodo	Pardo
2		6 (25m)	Arena fina	Pardo	5		6 (25m)	Arena+Lodo	Pardo claro
2		7 (30m)	Lodo+Arena fina	Gris oscuro	5		7 (30m)	Lodo	Pardo claro
2		8 (35m)	Lodo+Arena fina	Gris oscuro	5		8 (35m)	Lodo	Pardo claro
2		9 (40m)	Arena fina	Pardo	5		9 (40m)	Lodo	Pardo claro
2		10(45m)	Lodo+Arena fina	Gris	5		10(45m)	Lodo+Arena	Pardo claro
2		11(50m)	Lodo+Arena fina	Gris oscuro	5		11(50m)	Lodo+Arena	Pardo claro
2	B	1 (0m)	Lodo+Arena fina	Gris oscuro	5	B	1 (0m)	Arena+Lodo	Pardo claro
2		2 (5m)	Lodo+Arena fina	Pardo	5		2 (5m)	Lodo	Pardo
2		3 (10m)	Arena fina	Gris	5		3 (10m)	Lodo	Pardo
2		4 (15m)	Arena	Gris	5		4 (15m)	Lodo	Pardo
2		5 (20m)	Arena fina	Gris oscuro	5		5 (20m)	Lodo	Pardo
2		6 (25m)	Arena fina	Gris	5		6 (25m)	Lodo	Pardo claro

2		7 (30m)	Arena	Gris claro	5		7 (30m)	Lodo	Pardo claro
2		8 (35m)	Arena fina	Pardo	5		8 (35m)	Lodo	Pardo oscuro
2		9 (40m)	Lodo+Arena fina	Pardo	5		9 (40m)	Lodo+Arena	Pardo
2		10(45m)	Arena fina+Lodo	Gris claro	5		10(45m)	Lodo+Arena	Pardo claro
2		11(50m)	Lodo+Arena fina	Gris claro	5		11(50m)	Arena+Lodo	Gris claro
2	C	1 (0m)	Grava	Gris oscuro	5	C	1 (0m)	Grava	Gris claro
2		2 (5m)	Grava	Gris	5		2 (5m)	Grava	Gris claro
2		3 (10m)	Grava	Gris oscuro	5		3 (10m)	Arena	Gris claro
2		4 (15m)	Arena	Gris oscuro	5		4 (15m)	Lodo+Arena	Pardo
2		5 (20m)	Arena fina	Gris claro	5		5 (20m)	Lodo+Arena	Pardo
2		6 (25m)	Arena+Lodo	Pardo	5		6 (25m)	Lodo+Arena	Pardo
2		7 (30m)	Arena	Pardo	5		7 (30m)	Arena	Pardo
2		8 (35m)	Arena+Lodo	Gris+Pardo	5		8 (35m)	Arena	Pardo
2		9 (40m)	Arena+Lodo	Gris	5		9 (40m)		
2		10(45m)	Arena	Pardo	5		10(45m)		CORAL
2		11(50m)	Arena	Pardo	5		11(50m)		
3	A	1 (0m)	Arena+Lodo	Gris oscuro	6	A	1 (0m)	Arena+Lodo	Pardo
3		2 (5m)	Lodo	Gris oscuro	6		2 (5m)	Arena+Lodo	Pardo
3		3 (10m)	Lodo+Arena	Pardo	6		3 (10m)	Arena+Lodo	Pardo
3		4 (15m)	Lodo+Arena	Pardo	6		4 (15m)	Arena+Lodo	Pardo
3		5 (20m)	Arena+Lodo	Gris	6		5 (20m)	Arena+Lodo	Pardo
3		6 (25m)	Arena	Gris claro	6		6 (25m)	Arena	Pardo
3		7 (30m)	Lodo+Arena	Gris oscuro	6		7 (30m)	Arena	Pardo
3		8 (35m)	Arena+Lodo	Gris claro	6		8 (35m)	Arena	Pardo claro
3		9 (40m)	Arena+Lodo	Gris claro	6		9 (40m)	Arena+Lodo	Pardo claro
3		10(45m)	Arena	Gris oscuro	6		10(45m)	Arena+Lodo	Pardo claro
3		11(50m)	Lodo+Arena	Gris oscuro	6		11(50m)	Arena	Pardo claro
3	B	1 (0m)	Arena fina	Gris oscuro	6	B	1 (0m)	Grava Lodo	Pardo
3		2 (5m)	Grava	Gris	6		2 (5m)	Grava Lodo	Pardo
3		3 (10m)	Arena finaLodo	Gris	6		3 (10m)	Grava Lodo	Pardo
3		4 (15m)	Arena fina	Gris	6		4 (15m)	Grava Lodo	Pardo
3		5 (20m)	Arena finaLodo	Gris	6		5 (20m)	Grava Lodo	Pardo
3		6 (25m)	Arena finaLodo	Gris oscuro	6		6 (25m)	Grava	Pardo
3		7 (30m)	Arena fina	Gris	6		7 (30m)	Grava	Pardo claro
3		8 (35m)	Arena	Gris oscuro	6		8 (35m)	Grava	Pardo claro
3		9 (40m)	Arena finaLodo	Gris oscuro	6		9 (40m)	Grava	Pardo claro
3		10(45m)	Arena finaLodo	Gris	6		10(45m)	Grava	Pardo claro
3		11(50m)	Arena fina	Gris oscuro	6		11(50m)	Grava	Pardo
3	C	1 (0m)	Arena fina	Gris oscuro	6	C	1 (0m)	Arena+Lodo	Pardo oscuro
3		2 (5m)	Arena finaLodo	Gris oscuro	6		2 (5m)	Arena+Lodo	Pardo oscuro
3		3 (10m)	Grava	Pardo	6		3 (10m)	Arena+Lodo+Arena	Pardo oscuro
3		4 (15m)	Grava Lodo	Gris oscuro	6		4 (15m)	Arena+Lodo	Pardo oscuro
3		5 (20m)	Arena+Lodo	Gris oscuro	6		5 (20m)	Arena+Lodo	Pardo
3		6 (25m)	Lodo	Gris oscuro	6		6 (25m)	Arena+Lodo	Pardo
3		7 (30m)	Grava Lodo	Gris oscuro	6		7 (30m)	Arena	Pardo
3		8 (35m)	Arena finaLodo	Gris oscuro	6		8 (35m)	Arena	Pardo
3		9 (40m)	Lodo	Gris oscuro	6		9 (40m)	Arena	Pardo
3		10(45m)	Lodo	Gris oscuro	6		10(45m)	Arena	Pardo
3		11(50m)	Arena	Pardo	6		11(50m)	Arena+Lodo	Pardo