



PROYECTO CONSERVACIÓN DE RECURSOS MARINOS EN CENTROAMERICA

Convenio BMZ 2007 66 667

ZONA DE PROTECCION ESPECIAL MARINA SANDY BAY WEST END

CONSULTORIA

“Identificación y obtención de documentación existente sobre manglares y pastos marinos en la Zona de Protección Especial Marina Sandy Bay-West End y elaboración de propuesta metodológica para el levantamiento de la línea base de manglares y pastos marinos”.

Sotero Medina Castro

Mayo de 2013

INDICE

I.- CONTEXTO:.....	1
II.- INTRODUCCIÓN:.....	2
III.- JUSTIFICACIÓN	4
IV.- OBJETIVOS.....	5
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	5
V.- PROPUESTA METODOLOGICA PARA LEVANTAR LINEA DE BASE DE MANGLARES DE LA ZPEMSW.	6
5.1 MANGLARES.....	6
5.1.1 AREA DE ESTUDIO	6
5.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
5.1.3 NÚMERO Y TEMPORALIDAD DE LOS MUESTREOS.....	9
5.1.4 TECNICAS Y METODOS	9
5.1.4.1 Caracterización biológica y ambiental.....	10
5.2.- CRONOGRAMA SUGERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA COLECTA DE INFORMACIÓN DE LINEA DE BASE DE MANGLARES	12
5.3.- PRESUPUESTO SUGERIDO	13
VI. PROPUESTA METODOLOGICA PARA LEVANTAR LÍNEA DE BASE DE PASTOS MARINOS.....	14
6.1 PASTOS MARINOS	14
6.1.1 AREA DE ESTUDIO	14
6.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
6.1.3 CONSIDERACIONES DE LOS PROTOCOLOS.....	17
6.1.4 CONSIDERACIONES PARA DESARROLLAR UN ESTUDIO PILOTO PREVIO Y OBTENER UN DESCRIPTOR “n” APROPIADO.....	17
6.1.4.1.- Tamaño de muestreo.....	18
6.1.4.2.- Calculo de tamaño de muestra.....	20
6.1.5.- DURACIÓN DE MONITOREO.....	20
6.1.6.- FRECUENCIA DE MONITOREO.....	21
6.1.7.- ESTUDIOS PRIMARIOS.....	21
6.1.7.1.- Crecimiento de hojas	21

6.1.7.1- a) Equipo	21
6.1.7.1- b) Metodología.....	22
6.1.7.2.- Densidad de brotes	23
6.1.7.2.- a) Materiales	23
6.1.7.2.- b) Metodología.....	24
6.1.7.3.- Muestreo cuantitativo para altura y ancho de brotes.....	24
6.1.7.3.- a) Materiales	25
6.1.7.3.- b) Metodología.....	25
6.1.7.4.- Biomasa.....	25
6.1.7.4.- a) Materiales	25
6.1.7.4.- b) Metodología.....	26
6.1.7.5.- Estudios adicionales	27
6.1.7.5.1.- Temperatura	27
6.1.7.5.1.- a) Equipo	28
6.1.7.5.1.- b) Metodología	28
6.1.7.5.2.- Atenuación de luz	28
6.1.7.5.2.- a) Equipo	28
6.1.7.5.2.- b) Metodología	29
6.1.7.5.3 Salinidad	29
6.1.7.5.3.- a) Equipo	29
6.1.7.5.3.- b) Metodología	30
6.1.8.- Interpretación de datos y resultados.....	30
6.2.- ACTORES O POSIBLES COLABORADORES QUE SE PUEDEN INCORPORAR AL PROGRAMA DE MONITOREO.....	30
6.3.- CRONOGRAMA SUGERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA COLECTA DE INFORMACIÓN DE LINEA DE BASE DE PASTOS MARINOS.....	32
BIBLIOGRAFIA:.....	36
ANEXOS	37

PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL LEVANTAMIENTO DE LA LINEA DE BASE DE MANGLARES Y PASTOS MARINOS DE LA ZONA DE PROTECCIÓN ESPECIAL MARINA SANDY BAY WEST END (ZPEMSW), PARQUE NACIONAL MARINO ISLAS DE LA BAHÍA.

I.- CONTEXTO:

El monitoreo de los humedales de manglar y pastos marinos de las Islas de la Bahía se basó en el protocolo CARICOMP (2001) y se llevó a cabo por el lapso de dos años. Las primeras parcelas se instalaron a finales de 1999 y sus últimas mediciones se tomaron a finales del año 2001. El estudio se caracterizó por su complejidad en cuanto al número de parcelas y las diferentes características únicas que presentaron. El monitoreo fue riguroso tratándose de obtener datos lo más precisos posible. A pesar del alto número de parcelas de estudio y su distribución en tres islas diferentes se les dio un seguimiento bastante persistente.

Si bien muchos de los datos tuvieron sesgos que impidieron ciertos análisis por lo menos para la primera etapa del seguimiento, estos previeron de información básica que nunca se habían colectado sobre los humedales de manglar y pastos marinos de este sistema insular. Los datos colectados permitieron en su momento la afiliación de Honduras por primera vez a una red de monitoreo de los humedales de manglar y pastos marinos del Caribe. Esto permitió al país tener una posición en el marco científico a nivel internacional en el tema de manglares y pastos marinos. El desarrollo del monitoreo durante dos años permitió generar observaciones y recomendaciones que sirvieron de lineamientos para optimizar el seguimiento del estudio, que por razones de índole financiero e identificación de responsables no permitió que se le diera el seguimiento que corresponde.

Los monitoreo se desarrollaron tanto a nivel de las áreas protegidas (declaradas inicialmente a nivel municipal) como en zonas donde ocurrían impactos antrópicos que permitiera contar con información para conocer el grado de resiliencia de los ecosistemas de pastos marinos y manglares.

Es importante acotar que en la propuesta de metodología a usar para reingresar nuevamente datos de línea de base para manglares en la ZPEMSW se tiene limitaciones en el objeto de conservación porque los bosques que existen en el área de interés según SIG PMAIB 2001 y comprobación de campo en 2013, la clasificación de los humedales de manglar de Roatán recomendó que era: un manglar ya muy dañado en el cual se deben evitar absolutamente nuevas

degradaciones, con franjas estrechas perpendiculares a la línea de costa. De esta forma, hemos considerado que aunque existen manglares de interés que cumplan los lineamientos del protocolo CARICOMP, dichos manglares se ubican fuera de la ZPEMSW pero a inmediaciones del límite Este de la zona de protección y son parte integrante del PNMIB, situación que habría que considerarla.

No obstante, en lo referido a pastos marinos si existen suficientemente extensiones representativas para realizar un completo seguimiento de información mediante el reingreso de información a obtener a través de la propuesta del protocolo a desarrollar.

Por tanto, los elementos consistentes de esta propuesta para establecer una línea de base de un futuro programa de monitoreo serán: a) pastos marinos y b) manglares.

II.- INTRODUCCIÓN:

Las Islas de la Bahía están ubicadas de 18 a 28 millas a lo largo de la costa norte de Honduras, sobre el pliegue de Bocana que domina al Sur de la depresión de Bartlett (McBirney y Bass, 1969). Se extienden de 16° a 16°30' de latitud norte y de 85°50' a 87° de longitud Oeste, y están alineadas según un eje Sudoeste / Noreste. A excepción de Utila y los Cayos Cochinos, Roatán está aislada por fondos hasta de 1000 metros de profundidad.

El clima es tropical húmedo. Se destacan una temporada de lluvia de septiembre a Enero y una temporada seca, de febrero a agosto. Las temperaturas del aire varían de 25,4 a 28,9°C (Wells, 1988). Durante la mayor parte del año, los vientos son esencialmente alisios establecidos en los sectores Este y Sudeste, soplando con una intensidad de 3 a 8 m.s⁻¹ (Gallegos, 1996). Durante la temporada de lluvias, vientos del Norte asociados con frentes fríos, son responsables de un alto oleaje entre 5 – 7 pies en las costas septentrionales de las Islas.

La ZPEMSW está localizada en la porción Oeste de la Isla de Roatán, Departamento de Islas de la Bahía, posee un área de 941.08 hectáreas conformado por playas arenosas, rocosas y arrecifes emergentes al igual que arrecifes de plataforma, con 205.36 hectáreas de lechos de pastos marinos, 10.30 hectáreas de bosques de mangle y lagunas. Se estima que el arrecife, el cual constituye la mayor riqueza de la Zona de Protección, alberga más de 600 especies, incluyendo 138 especies de corales, 213 especies de peces, 48 especies de moluscos, 45 especies de crustáceos, 31 especies de equinodermos,

53 especies de esponjas, 91 especies de algas, 15 especies de plantas fanerógamas, además de algunos reptiles y mamíferos marinos, entre otros.

La biodiversidad que se alberga en el ecosistema arrecifal de la ZPEMSW la convierte en una de las zonas de protección más importantes en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el cual se extiende por más 1000 km desde la punta de la Península de Yucatán, en México hasta las Islas de la Bahía en Honduras y forma parte de la segunda barrera coralina más extensa del planeta.

La ZPEMSW enlaza las comunidades de Sandy Bay, West End, West Bay y Key Hole (este último en el lado Sur de la isla). La dinámica económica de estas comunidades gira en torno a las actividades turísticas y de servicios para su desarrollo económico presente y futura. En la cual hay dependencia del recurso marino costero. Ej.: West Bay existe una actividad turística y deportiva marina de fuerte impacto.

La ZPEMSW fue declarada en el pasado (1,989) mediante varios Acuerdos Municipales de Roatán como Reserva Marina Sandy Bay West End. En el año de 1995 mediante Acuerdo Ejecutivo 005-97 formó parte integrante del Parque Nacional Marino Islas de la Bahía y en 2010 se declaró mediante Decreto Legislativo 75-2010 como ZPEMSW parte integrante del PNMIIB, con la finalidad de lograr un mejor respaldo legal de las autoridades y mejores oportunidades para las instituciones gubernamentales centrales, locales y organizaciones no gubernamentales, en procurar obtener financiamientos para implementar programas de gestión con incidencia regional.

La ZPEMSW se ha venido co manejando entre el Instituto de Conservación Forestal (ICF) y la Bay Islands Conservation Association (BICA) a través de dos convenios, el primero con un marco de trabajo de 10 años (1997-2007) y el segundo desde el 27 de Mayo de 2007 al 27 de Mayo de 2012, donde se incorporó a Roatán Marine Park (RMP) al co manejo, desde 2009 mediante una carta de entendimiento.

En la actualidad se está llevando a cabo una asistencia de fortalecimiento de instrumentos de gestión entre el USAID-PROPARQUE para el ICF que ayudará a establecer un nuevo modelo de co manejo, hecho que no ha permitido que se firmen la tercera convocatoria de convenios.

III.- JUSTIFICACIÓN

La Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD) firmó el convenio intergubernamental de cooperación financiera con el Gobierno de Alemania, en apoyo al Proyecto “Conservación de Recursos Marinos en Centroamérica”, a ser ejecutado por el Fondo para el Sistema Arrecifal Mesoamericano (Fondo SAM o MAR Fund (siglas en inglés) a través de sus fondos miembros, en el caso de Honduras es la Fundación Biósfera. A su vez, la Fundación Biosfera ha establecido convenios con las dos organizaciones co manejadoras de la ZPEMSW (BICA Roatán y el RMP) para la ejecución del proyecto.

Además esta información provee herramientas de trabajo para la toma de decisiones. Es por ello que resulta necesario seguir afianzando el nivel de información para sistematizar la información generada entre 1999 y 2001 con la que se genere en el marco de este proyecto.

Previo a la elaboración de esta propuesta de línea de base, se ha revisado información amplia de diferentes investigadores y países, como los trabajos realizados en México, Belice, Costa Rica, Colombia e Islas de la Bahía, Honduras. Todas las metodologías se refieren a la metodología CARICOMP con algunas modificaciones entre países principalmente en el tema de manglares. Se considera que las condiciones naturales en cada país y las condiciones estructurales de los bosques de mangle en uno u otro sitio modifican el área superficial de las parcelas, sub parcelas de los estudios estructurales de manglar. Sin embargo, los resultados al final siempre están referidos a los indicadores estructurales, biomasa, regeneración y agua intersticial.

El desarrollo de esta línea de base puede perfectamente generará los espacios para que personas locales con un mínimo de capacitación puedan aprender la metodología de trabajo y proveer el fortalecimiento de capacidades locales que contribuirán a entender y tener una mejor apreciación de estos ecosistemas frágiles con los que deben coexistir.

IV.- OBETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el estado de conservación de los manglares y pastos marinos en la ZPEMSW que sirvan para evaluar los cambios estructurales y funcionales para contribuir a su conservación y manejo sostenible, sentando las bases para iniciar una red de monitoreo regional.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.** Obtener información acerca del estado y evolución del recurso manglares y pastos marinos con fines científicos y comparar la evolución de los ambientes marinos costeros en relación al contexto de las Islas de la Bahía y los estudios de línea de base pasados para la toma de decisiones técnicas y políticas.
- 2.** Identificar sitios de monitoreo de manglar y pastos marino a largo plazo, bajo los lineamientos del protocolo CARICOMP; que promoverá, establecerá y consolidará una red regional de pastos marinos y manglares.
- 3.** Crear conciencia y sensibilización ambiental a grupos meta para fortalecer capacidades locales a través del establecimiento de la línea de base y posteriormente mediante las acciones de monitoreo anuales a largo plazo.

V.- PROPUESTA METODOLOGICA PARA LEVANTAR LINEA DE BASE DE MANGLARES DE LA ZPEMSW.

5.1 MANGLARES

5.1.1 AREA DE ESTUDIO

Para conocer de las condiciones biofísicas del ecosistema se ha realizado un recorrido por los bosques de manglares existentes en la ZPEMSW, los cuales según la clasificación del SIG PMAIB 2001 e inspecciones de campo realizadas en Mayo 2013, se comprobó que estos manglares con franjas estrechas perpendiculares a la línea de costa, están muy dañados, en los cuales se deben evitar absolutamente nuevas degradaciones.

De esta forma, hemos considerado que aunque existen manglares de interés que cumplan los lineamientos del protocolo CARICOMP, dichos manglares se ubican fuera de la ZPEMSW pero a inmediaciones del límite Este de la zona de protección y son parte integrante del PNMIB, situación que habría que considerarla en estudios más amplios en un futuro mediático.

El área superficial del bosque de manglar a proponer es de aproximadamente 3.6 hectáreas, a través de esta propuesta de sitios para establecer una línea de base ponemos a consideración el sitio localizado en el fondo de la bahía de Gibson Bight constituido como un manglar de borde, por ser el manglar más representativo de toda la zona. Las imágenes de fotografías aéreas en el mapa 1/2 que presentamos en el **anexo 1**, observamos la ubicación de la bahía en la ZPEMSW y en el mapa 2/2 ubicamos los transectos que proponemos, cuyas distancias presentamos en el **Cuadro 1**.

Cuadro 1. Distancia de los cinco transectos propuestos.

Transecto N0.	Distancia en (m)*	Observación
1	52	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i>
2	60	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i>
3	83	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i>
4	120	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i>
5	88	<i>Rhizophora mangle</i> y <i>Avicennia germinans</i>

*Distancia perpendicular desde la línea de agua hacia la cuenca

Fuente: Elaboración propia a partir de inspección de campo Mayo 2013.

Durante el desarrollo y la colecta de información de línea de base será necesario tener en cuenta la información de eventos hidrometeorológicos al cual se puede tener acceso a datos de estaciones meteorológicas que maneja la Dirección General de Aeronáutica Civil; para tener datos en el periodo de estudio para poder correlacionar si existen diferencias marcadas debido a que pueden haber implicaciones en la disminución de la salinidad intersticial y en el estudio de la estructura forestal del bosque de mangle.

5.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las inspecciones de campo para reconocimiento del estado y dimensión de las áreas superficiales de los diferentes sitios de manglares realizados en cayos de Anthony's Key, línea costera de Sandy Bay Oeste, Bahía de Gibson Bight, Bahía de Mangrove Bight; nos ha proporcionado elementos para realizar las consideraciones que proponemos a continuación:

Cayos de Anthony's Key: Existe un remanente de bosque de manglar pero muy intervenido ya que en esos espacios se localizan las instalaciones de alojamiento del resort y no proporcionan espacios superficiales para poder realizar un transecto y establecer parcelas de monitoreo, por lo cual el sitio se desestima.

Línea costera de Sandy Bay Oeste: Existe una línea de manglares a través de la costa pero que no reúne las condiciones mínimas para establecer parcelas de estudio para una línea de base, así mismo, es un área en uso público bien intervenida.

Mangrove Bight: Manglar ya muy intervenido por infraestructura urbana y turística a inmediaciones de West End, no reúne condiciones para establecer parcelas de línea de base.

West Bay: Humedal completamente desaparecido por relleno de infraestructura turística.

Gibson Bight: Existe un bosque de aproximadamente 3.6 hectáreas constituido por mangle rojo, mangle negro y otras especies asociadas en la cual se sugiere se ubiquen al menos cinco transectos de monitoreo. Este es un manglar que está bien presionado por la urbanización del sector, las viviendas están en el playón trasero del manglar si se ve desde dirección del mar hacia la cuenca; de hecho en el playón existen bastante pasto. En el mapa 2/2 que se presenta en el **anexo 1**, se puede observar de la imagen de fotografía aérea que dentro de la masa de bosque de manglar ya existe huella urbana, pero es factible realizar estaciones de monitoreo de línea de base.

Un inconveniente que existe es que la mayor parte del manglar está en posesión de dominio privado y habría en su momento, si se decide hacer las parcelas de línea de base obtener los permisos correspondientes con los propietarios por lo que habría que abocarse a la oficina de Catastro Municipal de Roatán a obtener el registro de propietario. Según un análisis de predio al que tuvimos acceso en el mapa 2/2 del **anexo 1**, sólo el transecto 1 se localiza en bosque de mangle de tenencia nacional, de igual manera el transecto 5 una parte está en tenencia nacional y una parte en tenencia privado.

Por tanto, entre las zonas del área se ha decidido en base a tamaño y ubicación que este bosque reúne requerimientos para ser estudiado a través del establecimiento de parcelas de medición para establecer una línea de base de información.

Es importante considerar que el bosque de manglar de Gibson Bight que se propone según mediciones realizadas y que podemos verificar en el **Cuadro 1**, son transectos en los cuales se pueden localizar como mínimo dos parcelas de muestreo por transecto, situación válida que se ha usado en estudios de manglares en la costa de Veracruz México¹ dada la estrechez de las zonas de manglares encontradas en ese estudio y que es muy similar a las condiciones encontrada en Gibson Bight. Planteamos esta situación porque el protocolo CARICOMP 2001, recomienda hacer parcelas de línea de base en bosques homogéneos estableciendo entre 3 a 5 parcelas por transecto, y que en un área de estudio se totalicen como mínimo 20 parcelas.

Debo expresar que el estudio de estructura y productividad de manglar con la metodología CARICOMP 2001 no está escrito en piedra, ya que las condiciones fisiográficas y ambientales en cada sitio son particulares, hecho que debemos considerar como una guía de trabajo que se pueda ajustar lo más que sea posible.

Otra consideración del sitio propuesto es que se puede acceder por tierra y mar, resultará en un sitio donde las actividades de campo se puedan llevar a cabo sin realizar gastos onerosos de transporte. Es importante considerar la accesibilidad y las prioridades de interés científico.

¹ López Portillo, J.A.2012. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Inicio de una red multi-institucional. Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto N0. FN007. México D.F. 109 p.

5.1.3 NÚMERO Y TEMPORALIDAD DE LOS MUESTREOS

Durante el establecimiento de los trabajos para obtener datos de línea de base en los cinco transectos a implementar, dentro de los cuales recomendamos como mínimo que se hagan dos parcelas por transecto en un periodo de tiempo de cinco años, se proponen las siguientes consideraciones para realizar en número y temporalidad los muestreos:

Para las mediciones de biomasa, aspectos que tiene que ver con altura, diámetro del árbol y regeneración, las mediciones se deben realizar por cada parcela en el transecto, es decir 10 mediciones por sitio de trabajo elegido (Gibson Bight) y realizarse de forma anual.

Las mediciones de productividad que tiene que ver con la colecta de hojarascas, a través de la colocación de trampas, se deben colocar como mínimo cinco trampas por parcela, totalizando cincuenta trampas. Estas mediciones deberán efectuarse mensualmente durante el primer año, para el segundo año se recomienda se hagan cuatro veces al año considerando periodos de máxima y mínima productividad coincidiendo con temporada de secas y temporada de lluvias; y a partir del año tres hasta el año cinco los muestreos deberán realizarse dos veces por año.

Con las mediciones de agua intersticial se instalará un piezómetro por parcela en el transecto, es decir se instalarán diez piezómetros y las mediciones se realizarán de manera mensual, coincidiendo con la colecta de datos de hojarasca.

5.1.4 TECNICAS Y METODOS

Toda metodología es necesario adaptarla a las condiciones del terreno para este caso específico se recomienda realizar dos parcelas de muestreo por transecto. Para el establecimiento de las parcelas se considera prioritario su cercanía al cuerpo de agua adyacente y una evidente dominancia de *Rhizophora mangle* en la primera franja del bosque, mientras que para el sitio interno se consideró mayor la distancia al cuerpo de agua adyacente y una marcada dominancia de la especie *Avicennia germinans*.

El uso de este criterio de trabajo tiene que ver con las características propias del sitio, ya que sólo se puede implementar una parcela en manglar de borde y una parcela en manglar interno, por las consideraciones antes planteadas.

Se usará la metodología CARICOMP 2001, con una variación en la definición del número de parcelas a instalar (protocolo CARICOMP 2001 recomienda entre tres a cinco parcelas por transecto) debido a las características propias del bosque y sitio elegido.

5.1.4.1 Caracterización biológica y ambiental²

Caracterización biológica (Biomasa)

Se plantea un programa de muestreo donde se incluye cinco transectos y por cada transecto dos parcelas de 10m x10m (0.01 ha.). En cada geoforma (manglar de borde y manglar interno), se miden todos los árboles > 2.5 cm de diámetro (DAP) y sus alturas. Para la caracterización de plántulas de manglar, se recomienda establecer cuatro parcelas de 1x1m ubicada en cada uno de los vértices de la parcela de 10x10m, se miden todos los vástagos < 2.5 cm DAP. Para la caracterización de juveniles se establecerán cuatro parcelas de 5m x5m, considerando todos los individuos presentes en la parcela de 10x10m con DAP menor a 2.5 cm y altura mayor a 0.5 m.

Para el establecimiento de las parcelas de borde se tomó como criterio su cercanía al cuerpo de agua adyacente y una evidente dominancia de *Rhizophora mangle*, mientras que para los sitios internos se consideró mayor la distancia al cuerpo de agua adyacente y una marcada dominancia de la especie *Avicennia germinans*.

El uso y adaptación de esta metodología por transecto y parcelas de estudio se deben a diferentes causas. En el sitio Gibson Bight se podrán implementar una parcela en el manglar de borde y una parcela en el manglar interno debido a que la franja de manglar de borde es muy estrecha y no alcanza a cubrir más de dos parcelas. Además en la franja de manglar de borde existen alteraciones antrópicas por los habitantes que bordean la bahía. **Cuadro 2.**

² López Portillo, J.A.2012. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Inicio de una red multi-institucional. Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto N0. FN007. México D.F. 109 p.

Arana Vega, B. 2008. Análisis de la productividad y estructura forestal en el área mitigada de la ciénaga Las Cucharillas. Tesis de maestría. Universidad Metropolitana, San Juan Puerto Rico. 120 p.

C. Agráz-Hernández; Noriega-Trejo, R.; López-Portillo, J.; Flores-Verdugo, F.J.; Jiménez-Zacarías, J.J., 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.

Todos los árboles en las diferentes parcelas a establecer con DAP > 2.5 cm deben ser identificados, marcados y numerados para las mediciones posteriores. Se debe marcar con pintura la medición del diámetro a la altura del pecho a 1.3 m. En el caso *Rhizophora mangle* la medición del DAP se realiza inmediatamente arriba de las raíces aéreas más altas.

Aunque para aclaración la medición de altura para *Rhizophora mangle* debe medirse tomando en consideración estas recomendaciones para todos los árboles marcados en la parcela:

- Altura sobre la superficie del sedimento de la raíz fúlcrea más alta.
- Longitud del tronco, desde las raíces fúlcreas al área principal de ramificación.
- Altura total del sedimento a las hojas más altas.

Para *Avicennia germinans*:

- Altura total del sedimento a las hojas más altas.
- Longitud del tronco de la superficie del sedimento al área de mayor ramificación.

Cuadro 2. Transectos sugeridos para la selección de parcelas en el estudio de línea de base, coordenadas.

Localidad	Transecto	Coordenadas manglar interno		Coordenadas manglar borde	
		X	Y	X	Y
Gibson Bight	T1	544745.18	1803721.21	544688.87	1803736.25
Gibson Bight	T2	544695.46	1803638.81	544649.35	1803674.88
Gibson Bight	T3	544571.16	1803464.78	544526.87	1803544.00
Gibson Bight	T4	544204.60	1803309.10	544236.55	1803423.62
Gibson Bight	T5	544084.24	1803517.11	544067.26	1803614.85

Fuente: Elaboración propia a partir de inspección de campo en Mayo de 2013.

Los atributos estructurales de la vegetación son los sugeridos por (Cintrón y Schaeffer-Novelli 1983): diámetro a la altura de pecho (DAP), regeneración potencial (para plántulas y juveniles se mide densidad y altura), área basal, altura, productividad y agua intersticial.

Repetir las mediciones en todos los árboles, plántulas y juveniles en las parcelas y sub parcelas a intervalos de un año.

Todas estas mediciones que se efectúan pueden ser usadas para una comparación directa con otras parcelas y sitios. Se pueden hacer comparaciones por periodos de tiempo (a intervalos de años) entre parcela y entre sitio, utilizando los modelos estadísticos que apliquen en base a los análisis y comparaciones que se deban hacer. La descripción de variables se muestra en el **anexo 3**.

5.2.- CRONOGRAMA SUGERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA COLECTA DE INFORMACIÓN DE LINEA DE BASE DE MANGLARES

El cronograma presentado en el siguiente **cuadro 3** es una proyección de los muestreos para realizarse en un año calendario, pero en esencia si una vez establecida la línea de base y se continúa con el monitoreo se recomienda hacer los trabajos por un período de tres años como mínimo aunque lo óptimo es proyectarlo a cinco años.

Cuadro 3. Cronograma sugerido para el desarrollo de la colecta de información de línea de base de manglares.

Estudio	Meses del año												Observaciones	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Biomasa														Se realizan mediciones de forma anual
Productividad														Inicialmente las mediciones se realizan de manera mensual
														A partir del segundo año las mediciones se realizan de manera trimestral
														A partir del año tres las mediciones se hacen semestralmente
Agua Intersticial														Mediciones se realizan de manera mensual

Fuente: Elaboración propia.

5.3.- PRESUPUESTO SUGERIDO

Cuadro 4. Presupuesto básico sugerido para el desarrollo de la línea de base.

Componente	Artículo	Unidad	Cantidad	Precio Unidad L	Precio Unidad \$	Total en L	Total en \$	
Equipo	Refractómetro de salinidad marca Daigger	C/U	1	20,155.16	997.98	20,155.16	997.78	
	Medidor de ph/ORP portabe marca Hash	C/U	1	63,542.74	3,145.68	63,542.74	3145.68	
	Cinta diamétrica de 10 m.	C/U	1	1,937.00	95.89	1,937.00	95.89	
	Cinta métrica 50 m.	C/U	1	407.00	20.15	407.00	20.15	
	Hipsómetro para medir alturas	C/U	1	6,400.00	316.83	6,400.00	316.83	
	Clinómetro para medir pendientes	C/U	1	6,400.00	316.83	6,400.00	316.83	
	GPS	C/U	1	13,716.00	679.00	13,716.00	679.00	
	Hielera Pequeña y hielo en gel	C/U	12	400.00	19.80	4,800.00	237.62	
	Materiales para monitoreos	Tubos PVC de 3 pulg. (10 piezómetros de 1.5m (4.9ft) de largo)	20ft/Lance	3	250.00	12.38	750.00	37.14
		Tubos de PVC de ½ pulg. (50 canastas y 2 cuadrantes de 50x50cm, 2m (6.6ft) de tubo para cada cuadrante)	20ft/Lance	16	65.00	3.22	1,040.00	51.52
Codos de PVC de 1/2 pulg. De 90°		C/U	200	10.00	0.50	2,000.00	100.00	
Hule		caja	1	50.00	2.48	50.00	2.48	
Cordel de vinilo de pesca		C/U	2	100.00	4.95	200.00	9.90	
Cintas vinílicas		C/U	1	22.00	1.09	22.00	1.09	
Pegamento para PVC		Lata	1	200.00	9.90	200.00	9.90	
Tela de mosquitero de fibra de vidrio de 1 mm y 10-80 cm de ancho (60cm (2ft) de tela por canasta)		Ft.	50	25.00	1.24	1,250.00	62.00	
Libretas de campo impermeables		3/pq	1	260.00	12.87	260.00	12.87	
Papel bond resistente al agua		Resma	2				0.00	
Machetes		C/U	2	95.00	4.70	190.00	9.41	
Bolsas ziplog 5x8		C/U	1	78.50	3.89	78.50	3.89	
Segueta con su marco		C/U	2	303.00	15.00	606.00	30.00	
Chancha		C/U	1	445.00	22.05	445.00	22.05	
Personal	Personal instalación de piezómetros (Lps 300 (15USD)/1 persona, 10 días)	Pers./día	10	300.00	14.85	3,000.00	148.51	
	Personal monitoreo (Lps 300 (15USD)/1 persona, 10 días x 12 meses)	Pers./día	120	300.00	14.85	36,000.00	1782.18	
	SUB TOTAL			115,461.40	5,715.91	163,449.40	8,091.55	
	Servicios varios e imprevistos	%	10			16,344.94		
	TOTAL					179,794.34	8,900.00	

Tasa de cambio de Lempiras frente al dólar de U.S. \$ 1= 20.2 Lempiras

Fuente: Elaboración propia.

VI. PROPUESTA METODOLOGICA PARA LEVANTAR LÍNEA DE BASE DE PASTOS MARINOS

6.1 PASTOS MARINOS

6.1.1 AREA DE ESTUDIO

Debido a la estrechez de la meseta continental y del carácter particularmente abrupto de las pendientes externas de los arrecifes, se encuentran muy pocas praderas de pastos marinos al exterior de los arrecifes coralinos. La ZPEMSW cuenta con una laguna arrecifal la cual posee praderas de pastos marinos, la gran mayoría comunidades mixtas constituidas por *Thalassia Testudinum*. y *Syringodium filiforme*. *S. filiforme* es una especie “pionera” que coloniza los fondos sedimentarios antes de la aparición de *T. testudinum*. En cambio *T. testudinum* reemplaza a continuación progresivamente los *Syringodium* que desaparecen totalmente del pasto cuando la comunidad alcanza su punto climático. En las zonas con fondos fangosos, en su mayoría cercanos a los pocos remanentes de manglares o quebradas que aportan sedimentación considerable se puede observar alfombras de *Halophila sp.* (PMAIB 2002)

La zona costera y terrestre de la ZPEMSW es una de las áreas más desarrolladas de la Isla de Roatán en el sector turismo por lo que parte de los pastos marinos han sido afectados por su remoción para adecuar las zonas someras para los turistas, daño ocasionado por hélices de botes-lanchas, anclaje sobre el pasto marino de veleros y yates, instalación de bollas de anclaje, creación de palapas sobre el mar y de muelles, alza de nutrientes provenientes de actividades antrópicas, alza en sedimentación por actividades humanas, entre otras. Esta posición muy litoral vuelve muy vulnerables a las agresiones antrópicas y les confiere un estatuto de ecosistema frágil frente al desarrollo económico de las islas (PMAIB 2002). A lo largo de la ZPEMSW desembocan diversas quebradas de invierno por lo que la zona cuenta con un flujo de agua dulce durante la época de lluvias. Debido a esto los pastos marinos de la zona no se pueden considerar como libres de la intervención humana.

Para sugerir sitios de monitoreo en esta propuesta hemos efectuado un recorrido en lancha y realizado snorkel en toda la longitud costera del a ZPEMSW, de la cual a través de la inspección visual se proponen a manera de sugerencia los

siguientes sitios para establecer parcelas de monitoreo, el cual presentamos en el **cuadro 5**, y podemos observarlo a través del mapa de imagen de fotografía aérea presentado en **anexo 2**.

Cuadro 5. Selección y georeferenciación de sitios sugeridos en los cuales se pueden establecer parcelas de monitoreo para pastos marinos en la ZPEMSW

Sitio	Coordenada X	Coordenada Y	Observaciones
P1	542727.60	1799461.82	West Bay frente area playa Hotel Henry Morgan
P2	542947.60	1800235.82	Playa Tabiana por Gumba Limba
P3	543263.60	1801558.82	Entre final de West End y Hotel Luna Beach
P4	543251.60	1802175.82	West End entre Eagle Ray y Foster
P5	546310.60	1805566.82	Frente antigua Escuela Roberto Stanley Sandy Bay

Fuente: Elaboración propia 2013.

Todos los sitios seleccionados pueden ser muestreados a profundidades de 1.5 metros usando nucleadores para la colecta, utilizando equipo de snorkel. Son dominados por *Thalassia testudinum* con presencia de *Syringodium filiforme*. Se sugiere que al tomar los descriptores en relación a biomasa o densidades no se diferencie entre especies ya que utilizando los datos del estudio piloto de PMAIB no se desarrollaron metodologías que contara con suficientes muestreos para *S. filiformes*.

En el estudio piloto de PMAIB 1999 a 2001 los sitios Q y L del mapa del **anexo 2**, requerían de un muestreo para el descriptor de densidades, biomasa, largo de hoja en cuanto a *S. filiforme* demasiado cuantioso e impráctico, un muestreo demasiado grande no solo eleva costos sino que representa daños más cuantiosos para el ecosistema.

Durante el desarrollo y la colecta de información de línea de base será necesario tener en cuenta la información de eventos hidrometeorológicos; se puede tener acceso a datos de estaciones meteorológicas que maneja la Dirección General de Aeronáutica Civil, para tener datos en el período del estudio para poder correlacionar si existen diferencias marcadas debido a que pueden haber implicaciones en el aumento o la disminución de la salinidad del agua de mar por diferencias marcadas entre períodos secos y lluviosos.

De los cinco sitios visitados a lo largo de área solo un sitio no cumplía con la profundidad adecuada que contase con una alfombra de pasto marino frondoso (sitio P1). A simple vista los sitios P2, P3, P4 y P5 muestran similitudes visuales. El pasto marino P1 de West Bay, especialmente en los sitios someros donde los bañadores frecuentan, ha desaparecido o muestran alfombras ralas. Los pastos más adecuados para ser sujetos a muestreos en West Bay se encuentran a 2 m o más de profundidad, lo cual puede presentar una tarea más complicada y hasta la posible necesidad de utilizar equipo de buceo. Adicionalmente este sitio muestra una diferencia con los demás en la falta o cantidad menor de *Syringodium filiforme*.

El sitio "A" del programa del PMAIB está expuesto a actividades de lanchas que pueden afectar el sitio e interferir con los resultados por daños hechos por propelas y anclas, de considerar seguir monitoreándolo se sugiere mover el punto a un sitio cercano pero no expuesto a daños de esta índole.

6.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Se ha expresado que en la ZPEMSW en base a interpretación de imágenes de fotografía aérea del año 2000 e información del SIG PMAIB 2000 se obtuvo el cálculo del área superficial de pastos marinos para la zona, la cual es de 205.36 hectáreas.

Se ha expresado que este ecosistema es de naturaleza frágil frente al desarrollo económico como objeto de conservación en sí, debido a las amenazas que enfrenta; hecho que posibilita conocer más de su ecología, crecimiento, para lo cual se han sugerido los sitios de medición que presentamos en el **cuadro 5** y conocer que impactos positivos tendría el ecosistema versus los esfuerzos de conservación que se están liderando a través del co-manejo de la zona.

En este ecosistema a diferencia del manglar, se tiene la ventaja que la totalidad de las praderas de pastos marinos se encuentran en la zona núcleo de la ZPEMSW y consecuentemente son propiedad del Estado de Honduras. Por ello se sugiere que el programa de línea de base a desarrollar tenga los permisos correspondientes de los entes competentes (Dirección General de Pesca e Instituto de Conservación Forestal, Vida Silvestre y Áreas Protegidas).

Otra consideración positiva para el desarrollo del trabajo es que las praderas de pastos marinos se localizan a profundidades entre 0.60 a 1.50 metros lo que hace

económico los trabajos ya que no se necesita equipo adicional (equipo buceo, alto consumo de combustible por el uso de lancha a mayor distancia). A diferencia si el sitio de muestreo fuera a profundidades mayores, se incrementarían los costos pero existe la ventaja que se encuentren praderas de pastos marinos más homogéneos.

6.1.3 CONSIDERACIONES DE LOS PROTOCOLOS

La propuesta de protocolo para establecer una línea de base de monitoreo toma en consideración y se basa en los protocolos de (CARICOMP 2001), (SAM 2003) y (Global Seagrass Research Methods 2001). La propuesta se basa en extracción de material orgánico de los pastos marinos en sitios representativos de la zona y otro el que se considere un sitio con pastos marinos exuberantes y buen estado de salud. Se sugiere utilizar la metodología con sitios visualmente similares a lo largo de la zona de interés.

Los protocolos del (SAM 2003) y (CARICOMP 2001) son casi idénticos y han sido utilizados en el Caribe y el Sistema Arrecifal Mesoamericano por varios años. Estos mismos fueron creados con el propósito de obtener información y datos que puedan ser comparables entre sí creando una red que permita conocer el comportamiento y desarrollo de estos ecosistemas a nivel regional. El PMAIB realizó estudios de línea base de los pastos marinos utilizando la Metodología (CARICOMP 2001). El presente documento se realizó haciendo adaptaciones a la zona de interés.

6.1.4 CONSIDERACIONES PARA DESARROLLAR UN ESTUDIO PILOTO PREVIO Y OBTENER UN DESCRIPTOR “n” APROPIADO.

Para iniciar los trabajos de establecimiento de parcelas para el estudio de línea de base existen dos opciones que tenemos que considerar:

1. Número de muestras sugeridos por el PMAIB 1999-2001 en base a datos de la estación B (West End Village) producto de un análisis estadístico para determinar un tamaño de muestreo para todos los sitios sujetos a monitoreo, como se ejemplifica en el **cuadro 6**, usando 12 cuadros y 8 núcleos para considerar en un monitoreo futuro.
2. Debido al transcurso de una década sin información de la ZPEMSW, lo más adecuado sería realizar un muestreo en las zonas propuestas (P2, P3, P4,

P5) las cuales puede observarse en el mapa del **anexo 2**, para obtener la cantidad de muestras por cada descriptor.

Para un mejor entendimiento de la metodología se amplía la información en el **anexo 4**.

6.1.4.1.- Tamaño de muestreo

En base al reconocimiento de campo que se realizó para toda la zona y conociendo el tamaño superficial de las camas de fanerógamas existentes, en la presente propuesta se identificaron cinco sitios para ser considerados. En estos sitios deberá hacerse un estudio piloto que determine el “n” descriptor que sea viable para los fines que se persiguen de promover estudios que no sean tan invasivos al ecosistema.

Un factor importante a considerar una vez sea conocido los descriptores “n” viable será conocer la disponibilidad de fondos financieros, tiempo disponible, personal, y lo que se desee adicionalmente a lo conocido investigar; lo que definirá el número de muestras a realizar, ello definirá el nivel de precisión que se desea alcanzar.

Las preguntas como posibles cambios en densidades entre sitios y el sitio mismo pueden requerir de un muestreo de tamaños diferentes de un sitio a otro. El proyecto PMAIB 1999-2001 basado en los resultados del muestreo piloto para pastos marinos descarto algunos de los sitios en parte por el muestreo impráctico que alguno de los sitios requirieron para uno o más de los datos biológicos obtenidos.

Cuadro 6. Cálculo de la precisión de muestra para las estaciones estudiadas.

Indicadores de pastos marinos	n	Promedio	Varianza	Desviación standar	% Error
Estación B					
Numero de plantas por cuadrante	12	31.2	109.6	10.5	0.10
Biomasa total (g/m ²)	8	1597.6	19289.8	138.9	0.03
Producción de las hojas (g.m-2j-1)	10	2.5	0.7	0.8	0.10
Indice de renovación (%)	10	2.8	0.4	0.7	0.07
Longitud de las hojas (cm)	10	7.5	16.1	4.0	0.17
Anchura de las hojas (mm)	10	7.8	14.3	3.8	0.15
Superficie de las hojas (cm ²)	10	7.7	13.6	3.7	0.15
Biomasa material vivo (g.m-2)	8	854.2	9088.3	95.3	0.04
Biomasa hojas vivas (g.m-2)	8	112.9	868.2	29.5	0.09
Biomasa hojas muertas (g.m-2)	8	352.9	10005.8	100.0	0.10
Biomasa rizomas vivos (g.m-2)	8	631.6	5904.8	76.8	0.04
Biomasa raíces vivas (g.m-2)	8	260.4	1350.3	36.8	0.05
Biomasa rizomas y raíces muertas (g.m-2)	8	239.7	5607.6	74.9	0.11
Biomasa material aéreo (g.m-2)	8	465.8	14298.3	119.6	0.09
Biomasa material subterráneo (g.m-2)	8	1131.7	4250.8	65.2	0.02

Fuente: Informe técnico preliminar N0. AMC 01. Los ecosistemas marinos y costeros de las Islas de la Bahía, Junio 2000.

Debemos aclarar que algunos valores son mayores a lo necesario debido a que el proyecto debía de considerar el número máximo entre todas las estaciones elegidas y elevar todas a esta cantidad de muestras. Es decir que si en la mayoría de estaciones daba un descriptor “n” de 12 y en otro grupo el descriptor “n” daba 45, entonces todas las estaciones debían elevarse hasta el número máximo encontrado; por tanto, esas estaciones con muestreos tan altos se descartaban por mucha intervención en las camas de pastos marinos.

Debo de advertir que este punto (B-West End Village) solo es representativo para el sitio sujeto a muestreo y no para toda la ZPEMSW. También se debe de tomar en consideración que el proyecto PMAIB era a nivel de Departamento y no específicamente del área de interés para este documento. Un estudio representativo para toda el área puede ser poco práctico por razones económicas, número de personal y tiempo. Se sugiere escoger algunos sitios de los elegidos para ser sujetos a estudio piloto y posible monitoreo. De no ser posible el estudio piloto se puede considerar trabajar con los descriptores del **cuadro 6**, pero solo se puede estar seguro de que el uso de descriptores apropiados para la zona se conseguirá realizando el estudio piloto.

6.1.4.2.- Calculo de tamaño de muestra.

Si se decidió hacer el estudio piloto utilice la siguiente fórmula para obtener una idea del tamaño adecuado del muestreo por cada sitio en relación a cada descriptor. (Cochran, 1977).

$$n = \frac{SD^2 * t^2}{(E * \bar{X})^2}$$

n = número de ejemplares

t = valor t (obtener de tabla t de student)

SD = desviación estándar

E = error permitido (ej. 20% = 0.2)

\bar{X} = promedio

Un error de 5% es muy común en estudios científicos pero en estudios de campo manejar un error tan bajo es raro, solo en estudios terrestres donde se muestrea organismos sésiles y en sitios con condiciones favorables esto se puede usar. Según (Elliott 1971 y Downing 1979), una imprecisión sobre el muestreo de orden del 20 % es admisible en biología béntica. (Organismos en el fondo del mar lo incluyen las camas de fanerógamas marinas PMAIB 2002).

6.1.5.- DURACIÓN DE MONITOREO

Se recomienda que las mediciones se lleven a cabo durante al menos tres años, como la variación entre años es a menudo tan grande como los cambios estacionales dentro de un año (Short y Coles 2001). Se sugiere un monitoreo a largo plazo ya que de no contar con suficientes datos temporales puede no poder apreciarse algunas fluctuaciones o ciclos naturales que suceden cada 2 años o más, lo que podría resultar en interpretación errónea de los datos. Últimamente esto depende mucho de los fondos y tiempo a la disposición de los investigadores pero un monitoreo de 5 años o más se considera ideal para conocer más a fondo el comportamiento cíclico de los pastos marinos estudiados.

6.1.6.- FRECUENCIA DE MONITOREO

Se recomienda obtener la biomasa estacional para cualquier estudio línea base (Short y Coles 2001). Un monitoreo más constante enriquece y ofrece un panorama más detallado del comportamiento de los pastos marinos pero este está sujeto a números de investigadores, fondos y tiempo disponible. Como mínimo se sugiere se realice dos veces al año (Junio y Diciembre) de cada año por tres años.

6.1.7.- ESTUDIOS PRIMARIOS

El protocolo se aplica tanto al estudio piloto como al monitoreo, siendo la única diferencia el número mayor de sitios y muestreos para el estudio de línea base.

6.1.7.1.- Crecimiento de hojas

Proponemos el método de crecimiento de meristemo como una medida más fácil y más completa del crecimiento a través del uso del cuadrante de PVC de 10 cm x 20 cm.

6.1.7.1- a) Equipo

A manera general en este apartado exponemos un listado básico de materiales a usar el cual será en mayor o menor cantidad dependiendo del número de muestras en base al análisis del estudio piloto para la ZPEMSW; pero considerando el resultado del estudio piloto de PMAIB 1999-2002 utilizando 20 cuadrados y 12 núcleos., exponemos el listado:

Cuadrados: 20 por estación de 10 cm x 20 cm de PVC.

2 Rollos de cinta para identificación.

10 Marcadores permanentes.

8 Jeringas hipodérmicas de 21 y 16.

10 Tijeras

Bolsas plásticas Ziploc para congelar.

4 Panas plásticas para retener ácido.

Agua dulce.

- 5 Panas plásticas para alojar el ácido con agua.
- 4 Percolador plástico para cocina.
- 6 Pinzas plásticas
- 2 Rollos de aluminio industrial.
- 2 Litro de ácido hidroclicóricu o fosfórico de 10% ácido y 90% agua.
- 1 Horno de secado (45, 60 y 90 °C).
- Refrigerador (para almacenar muestras)
- 2 Balanzas analíticas

6.1.7.1- b) Metodología

Del cuadrado de PVC de 10 cm x 20 cm es de donde también provendrán los datos de: crecimientos de hojas, altura de copa y ancho de brote. Para el caso de la *T. testudinum* y *S. filiforme*, especies más abundantes en los sitios sugeridos para línea de base se marca todas las hojas atravesando la funda de *T. testudinum*, utilizando una jeringa, como se ilustra en la **figura 1**. Estas marcaciones se realizan dentro del cuadro fijo. Las hojas marcadas se deben dejar durante 8 a 12 días (SAM 2002). Luego se extraen las plantas marcadas para medir el crecimiento de las hojas.

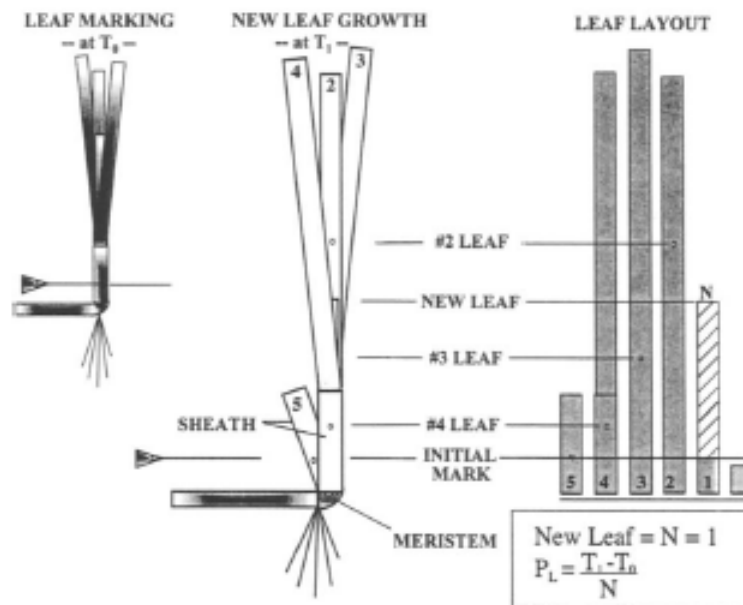


Figure 8-3. Leaf marking to determine the leaf plastochrone interval, P_L , on *Zostera maritima*.

Figura 1. Mostrando método de marcación de funda y medición de crecimiento de hojas.

Una vez extraídas del cuadrante se limpian y se enjuagan las muestras, a partir de allí se obtiene la siguiente información:

Hojas nuevas: Hojas sin marcas de la jeringa (N). (Grupo 1)

Crecimiento viejo: Crecimiento de las hojas (T1-T0). (Grupo 2)

Remanente de cultivo viejo: Parte de hoja presente antes de marcado. (Grupo 3)

Los tres grupos anteriores se separan, se limpian, se lavan con ácido hidroclórico o fosfórico al 10%, se secan a peso constante y se pesan.

Posteriormente se realizan los cálculos con las siguientes formulas:

$$\text{Producción Diaria} = \frac{(\text{Peso del Grupo 1} + \text{Peso del Grupo 2}) \times 50}{\# \text{ Días Marcados (se sugiere entre 8 a 12 días)}}$$

$$\text{Tasa de Rotación (\%/día)} = \frac{\text{Producción Diaria} \times 100}{\text{Biomasa Cosechable}}$$

Donde la biomasa cosechable es (Gp 1 + Gp 2 + Gp 3) x 50.

6.1.7.2.- Densidad de brotes

La densidad de brotes en los pastos marinos es un dato importante para establecer la salud de una estación/sitio. Este dato permite establecer abundancias de pastos marinos y es un dato importante ya que provee servicios ecológicos como hábitat y refugio para diversos organismos. En caso de degradación de la salud del pasto, se ve frecuentemente una disminución de la cantidad de plantas por metro cuadrado, así como el aumento de la proporción de *Syringodium filiforme* en relación a las *Thalassia sp.* (PMAIB 2002).

6.1.7.2.- a) Materiales

Ver materiales en el apartado para crecimiento de hoja.

6.1.7.2.- b) Metodología

Cuente los brotes dentro del cuadro de PVC de 10 cm x 20 cm utilizado para crecimiento de hojas. Utilice un cuadrado de un tamaño que adecue un total de 100 a 200 brotes de la especie predominante (Short y Cole 2001). Al contar asegúrese de contar por especie.

Numero de brotes NO. Brotes
_____ = _____

Área de cuadrado Largo x Ancho

l = largo del cuadro (20 cm)

a = ancho del cuadro (10 cm)

Para desarrollar esta metodología se utiliza el mismo espacio del cuadrado 10 cm x 20 cm usado para crecimiento de hojas, altura y ancho. Esta técnica se realiza en el laboratorio antes que las muestras se traten y se separen como lo establece en el estudio de crecimiento de hojas.

6.1.7.3.- Muestreo cuantitativo para altura y ancho de brotes

Mida 100 brotes dentro de cada cuadro, los mismos utilizados para crecimiento de hojas y densidades. La altura y ancho también puede proveer datos de importancia acerca de los servicios ecológicos que el pasto marino provee y complementa datos de densidades. El área foliar y el ancho de la hoja son indicadores se estrés en las comunidades de pastos marinos (CARICOMP 2001). Las dos disminuyen cuando las plantas entran en estrés por alzas en salinidad o temperatura (CARICOMP 2001).

6.1.7.3.- a) Materiales

Ver materiales en el apartado para crecimiento de hoja.

6.1.7.3.- b) Metodología

Mida la longitud total de la hoja de la base a la punta y regístrelo como xxx cm (CARICOMP 2001). Mida el ancho de la hoja de alrededor de 1-2 cm de la base y regístrelo como xxx mm (CARICOMP 2001). Finalmente mida la longitud de la base de la hoja a la primera ocurrencia de epifitas en la hoja y regístrelo como xxx cm (CARICOMP 2001). En caso de extracción se puede medir lo largo de cada hoja enumerándolas de la más joven a la más antigua (generalmente la hoja externa más epifitada y con alguna descoloración), es importante saber el tipo de crecimiento de hoja para el pasto que se está midiendo, especialmente al establecer que hojas son las más jóvenes (ej. la *T. testidinum* crece de forma alterna). Apunte si la hoja tiene la punta redonda.

6.1.7.4.- Biomasa

Si cambia la pradera de alguna manera, el cambio es probable que se refleje por un cambio en la biomasa (Short y Cole 2001). La precisión de la estimación de la biomasa dependerá en gran medida del número máximo de muestras que puedan razonablemente obtenerse y la complejidad estructural de la pradera (Short y Cole 2001). El cálculo de biomasa mediante extracción de material orgánico de los pastos marinos es una forma de medición más exacta pero esta es destructiva ya que se remueve pequeñas parcelas del pastizal marino para obtener las muestras.

6.1.7.4.- a) Materiales

4 c/u: cubetas de plástico

1 c/u: Tamiz o cedazo; con malla de 2 mm

2 Rollos de papel aluminio.

2 Rollos cinta rosa de señalización.

Bolsas "Ziploc" para congelar; de tamaños de un cuarto y un galón

2 Galones ácido hidroclicóricu o fosfórico (10% ácido y 90% agua).

1 Horno de secado (45, 60, o 90 °C)

2 Balanza analítica

6.1.7.4.- b) Metodología

Utilizar un nucleador de PVC de 15-20 cm de diámetro y 60-80 cm de longitud. La parte cortante del nucleador debe estar biselada y con muescas para tener mayor filo al cortar (SAM 2003). El nucleador debe de contar con mangas y un tapón removible para crear un vacío y así evitar que se pierda parte de la muestra a extraer.

Estando en posición de la parcela fuerce la entrada del nucleador en el sedimento cuando menos 45-50 cm para obtener más del 90% de rizomas y raíces de *Thalassia* (SAM 2003). Debe ser rotado rápidamente hacia adelante y hacia atrás para que vaya cortando su camino en los sedimentos mientras es empujado hacia adelante (SAM 2003). Una vez obtenido la muestra puede utilizar una bolsa de malla para retener la muestra y trasladar está a una cubeta. Con las primeras recolecciones se considera prudente verificar que se obtenga las raíces por lo que se puede cortar la muestra en mitad y verificar que los últimos cm de la muestra contengan raíces.

Limpie las muestras de sedimento y separe los organismos (macroalgas, pastos marinos por especies). Haga esto para cada muestra y no las mezcle. Una vez limpio de sedimento se puede obtener los datos para densidad de brotes, altura y ancho de hojas. Para medir biomasa, divida todas las plantas de *Thalassia* en las siguientes 5 diferentes fracciones: 1) hojas verdes, 2) hojas no-verdes y brotes cortos, 3) rizomas vivos, 4) raíces vivas, y 5) material muerto en el fondo (SAM 2003). En este caso es usual para la zona que se encuentre con ejemplares de *Syringodium filiformes*, estas se puede dividir en los 5 diferentes grupos mencionados anteriormente. Para las demás especies puede dividir el material orgánico en vivo y muerto.

Una vez separadas las diferentes porciones se requiere remover con un cepillo cualquier residuo de sedimento, adicionalmente se puede utilizar un cuchillo y acido (10%) fosfórico o (10%) hidroclicrico para ayudar a disolver los epifitos. Utilice el ácido hasta que el burbujeo cese. Enjuague las hojas con agua dulce y envuélvase en papel aluminio industrial, previamente pesado y clasificado. Secar los ejemplares a 60-90° C hasta obtener pesos constantes. Coloque las muestras secas en el disecador hasta enfriarse por lo menos a 45°C y pese las muestras.

Separe las macroalgas entre tejidos sobre el sedimento y debajo. Elimine todo el sedimento y después decalcifíquelo en 20% de ácido acético glacial (SAM 2003). Luego enjuague las muestras en agua dulce, seque y pese.

Calculo de biomasa:

$$\frac{\text{Masa de muestras (g)}}{\text{Área de núcleo (cm}^2\text{)}} = \frac{\text{g}}{\pi \cdot r^2}$$

r = radio del nucleador (Diámetro/2)

6.1.7.5.- Estudios adicionales

Existen una gran cantidad de análisis y estudios que pueden complementar la información recabada por los estudios mencionados anteriormente. Estos mismos pueden ayudar a identificar posibles causantes de cambios a la salud y ecología de los sitios de muestreo como evitar confundir cambios estacionales o ciclos por un declive en la salud del ecosistema ocasionado por actividades antrópicas o calentamiento global. Al contar con más estudios el co-manejador o investigador posee una visión más completa de las diferentes variables y ciclos físicos, biológicos y ecológicos que los sitios pueden poseer, así permitiendo realizar deducciones del estado de los sitios de manera más consistente.

6.1.7.5.1.- Temperatura

La temperatura afecta los pastos marinos desde lo global a nivel molecular (Short y Coles 2001). En contraste, la temperatura dentro de la vegetación puede ser

relevante cuando se evalúa el crecimiento de epifitas, hierbas marinas, las tasas de fotosíntesis y fluorescencia (Frederick T. Short y Robert G. Coles 2001).

6.1.7.5.1.- a) Equipo

Medidor de lluvia acumulada (mm) obtenida de una estación meteorológica.

Medidor de temperatura de aire.

Termómetro sumergible (eléctrico o fluido de alcohol).

Tabla y lápiz.

6.1.7.5.1.- b) Metodología

Obtener temperatura de aire tanto mínima como máxima y lluvia en (mm) cada 24 horas entre las 07:00 y 09:00 horas. Los datos también se pueden obtener de una estación meteorológica que este a menos de 40 km de distancia del sitio de muestreo. Temperatura de agua 0.5 m de profundidad. Salinidad (psu) a 0.5 m de profundidad. (CARICOMP 2001). Adicionalmente tome la temperatura dentro del pasto. Este dato debe de tomarse cada miércoles entre las 10:00 y 12:00 horas.

6.1.7.5.2.- Atenuación de luz

CARICOMP 2001 sugiere utilizar un Disco Secchi para medir la atenuación de luz. Pero este se tendría que obtener en profundidades adecuadas desde una embarcación lo cual hace esta actividad más costosa. Esta medición se tendrá que realizar en un sitio cercano con profundidades adecuadas ya que los sitios propuestos para muestreo son someros (profundidades de 0.6 a 1.5 m). Aunque es preferible que este se tome en el sitio existen otros equipos para obtener este dato pero requerirá de la adquisición de equipo costoso.

6.1.7.5.2.- a) Equipo

Un disco secchi

Papel

Lápiz

6.1.7.5.2.- b) Metodología

Desde inicio se deben anotar las condiciones atmosféricas, el ángulo del sol con respecto al horizonte, dirección de corrientes, si esta nublado, parcialmente soleado, si hay bruma; en seguida con la asistencia de una lancha baje el disco secchi asegurándose que no caiga debajo de una sombra, la lectura se realiza en el momento en que no es posible distinguir entre el color blanco y negro en ese momento se hace lectura a la cuerda y se obtiene el valor de atenuación de luz. Las mediciones deberán realizarse entre las 10:00 y 14:00 horas. Si usa correctivos de vista deberá usarlos para realizar las mediciones.

Calculo (Poole y Atkins, 1929)

$$Z_d = \frac{1.7}{Z_{sd}}$$

Z_{sd} = Resultado de la medición con el disco secchi

Z_d = Atenuación vertical

1.7 = Factor

6.1.7.5.3 Salinidad

Los cambios en la estructura de la comunidad reflejan las interacciones entre el reclutamiento de plantas, la fotosíntesis y el crecimiento de las distintas especies, así como la competencia entre especies ante el cambio de las limitaciones ambientales (Short y Coles 2001).

6.1.7.5.3.- a) Equipo

2 Refractómetros

Agua destilada

2 Cubetas

1 Caja de pañuelos suaves y absorbentes.

Papel y lápiz.

1Caja Pipetas de plástico o jeringa.

6.1.7.5.3.- b) Metodología

Obtener la muestra de agua a 0.5 m de profundidad y dentro del pasto marino con una pipeta de plástico, tome cada muestreo con una pipeta individual. Asegúrese de limpiar y enjuagar con agua destilada el refractómetro y pipetas antes de hacer cada medición. Asegúrese que estos estén secos antes de ser utilizados. Apunte el sitio, hora, proveniencia de muestra y medición en unidades de salinidad prácticos (psu) o partes por millar (‰). Asegúrese de tener bien calibrado el refractómetro y saber utilizarlo, para más detalle si tuviera duda consulte el manual del fabricante. Tome este dato cada vez que se tome el dato de temperatura de agua.

6.1.8.- Interpretación de datos y resultados

Se sugiere que se realicen análisis estadísticos adecuados para comparar cada descriptivo a través del tiempo, es decir poder establecer posibles cambios o no de un sitio a través del tiempo. Para evitar confusiones y malas interpretaciones se sugiere realizar un monitoreo por 5 o más años.

Además se considera importante realizar comparaciones espaciales, es decir poder comparar un sitio con otro sitio en base a cada descriptor. Realizar comparaciones espaciales puede elevar costos y muestreos porque se deberá de realizar los muestreos máximos encontrados para cada descriptor en cada sitio donde se estime adecuado seguir el monitoreo. En cambio una comparación temporal solo requiere de un muestreo mínimo para cada descriptor por sitio, cada uno sería único para cada sitio. Aunque menos engorroso y caro no ofrece información tan importante como temporal y espacial juntas.

6.2.- ACTORES O POSIBLES COLABORADORES QUE SE PUEDEN INCORPORAR AL PROGRAMA DE MONITOREO

El desarrollo de una línea de base de información posibilita el interés de agencias Gubernamentales centrales y locales, como también de organizaciones no gubernamentales, por el interés que está tomando el tema marino costero y los

impactos que ocasionará el cambio climático, el cual exacerba un sinnúmero de factores que necesitan de la investigación insitu y con las condiciones propias referidas a aspectos climáticos. En este marco se deben aprovechar cualquier sinergia de colaboración que pueda suceder ya sea en especie o contribución financiera apoyando actividades específicas en las cuales una u otra agencia tiene fortalezas para colaborar. En el siguiente **cuadro 7**, Presentamos el listado de organizaciones potenciales que existen en la Isla de Roatán.

Cuadro 7. Instituciones, Organizaciones y actores posibles a incorporar.

N0.	Institución/Organización	Dirección	Responsable	Teléfonos
1	Unidad Ambiental Municipal. Municipalidad Roatán.	Municipalidad Roatán, Calle central Coxen Hole. Roatán	Lidia Medina.	(504)24451424
2	Unidad Técnica. Zona Libre Turística Islas de la Bahía.	Zona Libre Turística Islas de la Bahía, Monte Placentero Carretera a French Harbour. Roatán	Sotero Medina Castro.	(504)24557271 al 75
3	Asociación para la Conservación Ecológica de Islas de la Bahía (BICA) (ONG).	Casa Brady, 100 m al Oeste Hotel Anthony's Key Resort, Sandy Bay. Roatán.	Irma Brady	(504)24453117
4	Asociación Amigos del Parque Marino de Roatán (Roatán Marine Park) (ONG).	Half Moon Bay, frente Iglesia Bautista, West End. Roatán.	Giacomo Palavicini	(504)33518591
5	Consejos Consultivos Comunitarios Forestales(*)			
6	Coral Reef Alliance (ONG).	West End. Roatán	Jenny Myton	(504)33361090
7	Centro de Estudios de Monitoreo (CEM)	Tegucigalpa, M.D.C.		

Fuente: Elaboración propia 2013.

(*) Es importante darle participación a estas instancias que establece la Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, para que se apropien y conozcan biofísicamente las áreas de influencia de los espacios naturales protegidos a los que pertenecen.

BICA y RMP, se dedican a diversas actividades de conservación del medio ambiente como el desarrollo del programa de protección y el programa de educación ambiental. La séptima organización es una organización con presencia local que se dedica a estudios científicos y consultorías, en fechas recientes ha instalado personal permanente en Roatán. La segunda institución posee mandato

de la Ley de la Zona Libre Turística de las Islas de la Bahía de impulsar el desarrollo sostenible en relación a: Áreas protegidas y restringidas; Áreas para ecoturismo. La sexta organización es una ONG internacional con presencia local trabajando y gestionando programas de uso sostenible, preservación y monitoreo de los recursos naturales.

Todas las instituciones trabajan en la zona en el tema de medio ambiente y cuenta con personal capacitado o que puede capacitarse sin requerir de sesiones muy extensas en el tema debido al perfil y formación de estos mismos, biólogos, ingenieros ambientales, ingenieros forestales, oceanógrafos...

Es necesario entrar en contacto con todas estas instituciones para conocer su posible interés en las actividades y el nivel de apoyo que podrían proveer en las fechas del estudio.

6.3.- CRONOGRAMA SUGERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA COLECTA DE INFORMACIÓN DE LÍNEA DE BASE DE PASTOS MARINOS

Presentamos en el siguiente **cuadro 8**, una programación de cómo se podrían visualizar las actividades a desarrollar tanto para el periodo de medición de Junio como de Diciembre, fechas recomendadas para levantar la información de campo.

Cuadro 8. Cronograma sugerido para el desarrollo de la colecta de información de línea de base de pastos marinos.

Estudio	Junio/Diciembre																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Creimiento de Hojas.	Instalacion de cuadros y marcacion de hojas		Espere 12 dias														Extraccion de muestras en cuadro. (1)		Medicion de altura, ancho y densidad. (1)								Digitalizar datos.				
Biomasa			Extraccion de nucleos.		Procesamiento de muestras.				Secado										Pesado												
Densidad, Altura y Ancho																	Misma muestra que marcacion de hojas.(1)		Medicion de crecieminto de hoja.(1)												
(1) Actividades que se manejan en las mismas muestras.																															

6.4 PRESUPUESTO SUGERIDO

En el **cuadro 9**, que presentamos a continuación cubrimos las inversiones básicas que deben hacerse para desarrollar el programa de línea de base durante el primer año para cuatro sitios propuestos en base a veinte cuadros y doce núcleos por estación durante dos jornadas al año.

Cuadro 9. Presupuesto sugerido

Componente	Artículo	Unidad	Cantidad	Precio Unidad L	Precio Unidad \$	Total L	Total \$
Equipo	Refractómetro	C/U	2	707.00	35.00	1,414.00	70.00
	Balanza analítica(*)	C/U	2	7,070.00	350.00	14,140.00	700.00
	Horno de secado (45,60, ó 90 °c) (*)	C/U	1	12,120.00	600.00	12,120.00	600.00
	Disco Secchi (**)	C/U	1	1,010.00	50.00	1,010.00	50.00
	Refrigeradora (Para almacenar muestras) (*)	C/U	1	7,070.00	350.00	7,070.00	350.00
Materiales para monitoreo	Agua destilada	Galón	5	202.00	10.00	1,010.00	50.00
	Cubeta grandes (**)	C/U	4	303.00	15.00	1,212.00	60.00
	Caja de pañuelos suaves y absorbentes.	Caja	1	404.00	20.00	404.00	20.00
	Caja de lápices.	Caja	2	404.00	20.00	808.00	40.00
	Ristra papel a prueba de agua	Resma	2	2020.00	100.00	4040.00	200.00
	Caja Pipetas de plástico o jeringa.	Caja	1	505.00	25.00	505.00	25.00
	Cubetas de plásticas (**)	C/U	12	202.00	10.00	2,424.00	120.00
	Tubo Pvc 6 pulgadas x 30 pulgadas (largo)	Lance 20 pies	1	808.00	40.00	808.00	40.00
	Tapón pvc 6 pulgadas	C/U	3	80.80	4.00	242.40	12.00
	Tubo de metal (1 pulgada)	Lance 10 pies	1	505.00	25.00	505.00	25.00
	Tamiz o cedazo; con malla de 2 mm	Yarda	4	101.00	5.00	404.00	20.00
	Rollos de papel aluminio.	C/U	2	202.00	10.00	404.00	20.00
	Rollos cinta rosa de señalización.	C/U	2	101.00	5.00	202.00	10.00
	Caja de Bolsas "Ziploc" para congelar; de tamaños de un cuarto y un galón	Caja	3	404.00	20.00	1,212.00	60.00
	Acido hidroclicórico o fosfórico (10% ácido y 90% agua).	Galón	2	505.00	25.00	1,010.00	50.00
	Aros para fijar y pesas	C/U	320	40.40	2.00	12,928.00	640.00
	Caja de zip ties	Caja	2	505.00	25.00	1,010.00	50.00
	Pvc 0.5 pulgadas (170 pies)	Lance 20 pies	7	545.40	27.00	3,817.80	190.00

Componente	Artículo	Unidad	Cantidad	Precio L	Precio \$	Total L	Total \$
	Pegamento pvc	C/U	2	222.20	11.00	444.40	22.00
	Codos 0.5 pulgadas	C/U	340	50.50	2.50	17,170.00	680.00
	Rollos de cinta para identificación.	C/U	2	202.00	10.00	404.00	20.00
	Marcadores permanentes.	C/U	10	40.40	2.00	404.00	20.00
	Jeringas hipodérmicas de 21 y 16.	C/U	10	60.60	3.00	606.00	30.00
	Tijeras	C/U	10	202.00	10.00	2,020.00	100.00
	Panas plásticas para retener acido. (**)	C/U	6	60.60	3.00	363.60	18.00
	Percolador platico para cocina. (**)	C/U	4	101.00	5.00	404.00	20.00
	Caja pinzas plásticas	Caja	1	606.00	30.00	606.00	30.00
	Transporte						800.00
	Taladro (**)	C/U	1	606.00	30.00	606.00	30.00
	Brocas	Caja/set	1	303.00	15.00	303.00	15.00
	TOTAL			76,537.80	3,789.00	104,777.40	5,187.00

Tasa de cambio de Lempiras frente al dólar de U.S. \$ 1= 20.2 Lempiras

Fuente: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFIA:

Agráz, H. C. M., Noriega. T. R., et al. 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.

Agraz, H. C. M.; Osti, S. J. et al .2007. Guía técnica criterios para la restauración del manglar. Universidad autónoma de Campeche, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional Forestal.132 p.)

Arana, V. B. 2008. Análisis de la productividad y estructura forestal en el área mitigada de la ciénaga Las Cucharillas. Tesis de maestría. Universidad Metropolitana, San Juan Puerto Rico. 120 p.

Bakes, G. J. 2007. Quantitative Analysis of Marina Biological Communities. New Jersey, 2007: 10-11.p.

CARICOMP.2001. Manual of methods for mapping and monitoring of physical and biological parameters in the coastal zone of the Caribbean: 10-11, 25-34.p

Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. Wiley, New York.

Dytham, Calvin. 2011. Choosing and Using Statistics. 3rd. ed, Oxford, 2011: 25-26.p.

Flores, V. F. J., Agraz, H. C. M., et al. Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos. Notas de investigación.

López, P. J. A.2012. Programa regional para la caracterización y el monitoreo de ecosistemas de manglar del Golfo de México y Caribe Mexicano: Inicio de una red multi-institucional. Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Informe final SNIB-CONABIO, proyecto N0. FN007. México D.F. 109 p.

PMAIB. 2002. Informe técnico N0. AMC 03. Los Ecosistemas Marinos y Costeros de las Islas de la Bahía. Anexos volumen 3/3: 2-31.p.

PMAIB. 2002. Informe Técnico Preliminar N0. AMC 01. Los Ecosistemas Marinos y Costeros de las Islas de la Bahía. 28-29; 80-92 p.

SAM. 2003. Métodos Seleccionados para el Monitoreo de Parámetros Físicos y Biológicos para Utilizarse en la Región Mesoamericana: 45-53; 58-66 p.

Short, F. T. y Coles, R. G. 2001. Global Seagrass Research Methods. Amsterdam: Elsevier Science, 2001: 79-182.

Poole, H. H. y Atkins W. R. G., 1929. Photo electric measurements of the penetration of light in to sea water. J. mar. boil. Assoc. U.K: 19: 297.

República de Panamá, Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá (ARAP). Programa de Fortalecimiento de la Capacidad de Gestión de la Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá para el Manejo Costero Integrado. Fortalecimiento de la capacidad técnica de la Unidad Ambiental, por medio de la elaboración de guías técnicas para evaluación de impacto ambiental, anexo 4. Metodologías de caracterización de manglares.

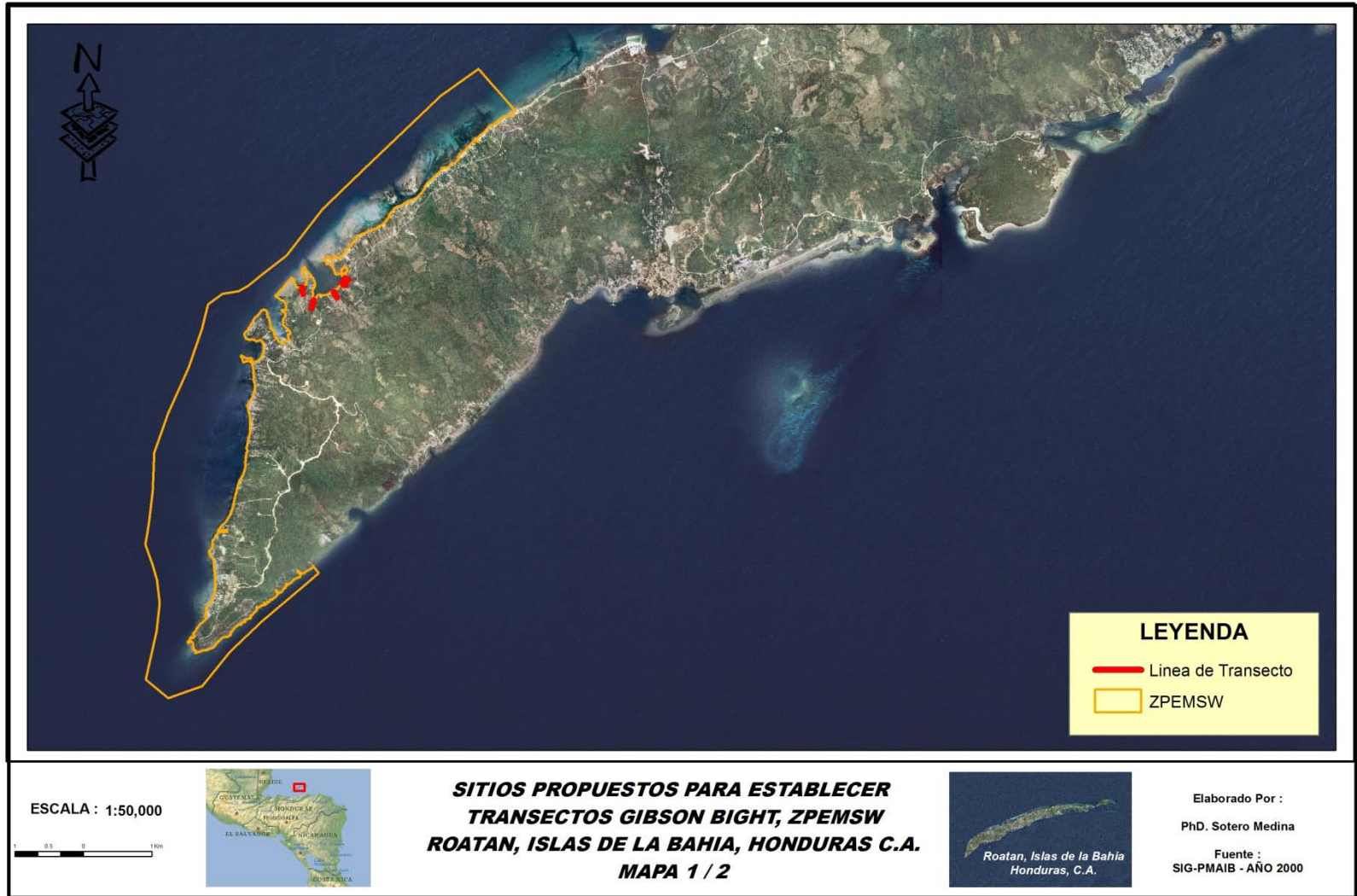
ANEXOS

- 1. Sitios propuestos para establecer transectos Gibson Bight, ZPEMSW, Roatán, Islas de la Bahía, Honduras. C.A., mapa 1/2 y 2/2.**
- 2. Ubicación de estaciones de pasto marino línea base PMAIB 2000 y estaciones propuestas 2013.**
- 3. Descripción de variables para estudios de estructura forestal en manglares.**
- 4. Procedimiento propuesto para seleccionar tamaño de muestra por descriptor para un monitoreo de pastos marinos.**

ANEXOS

ANEXO 1.

Sitios propuestos para establecer transectos Gibson Bight, ZPEMSW, Roatán, Islas de la Bahía, Honduras. C.A., mapa 1/2 y 2/2.





ESCALA : 1:4,000



**SITIOS PROPUESTOS PARA ESTABLECER
 TRANSECTOS GIBSON BIGHT, ZPEMSW
 ROATAN, ISLAS DE LA BAHIA, HONDURAS C.A.
 MAPA 2 / 2**



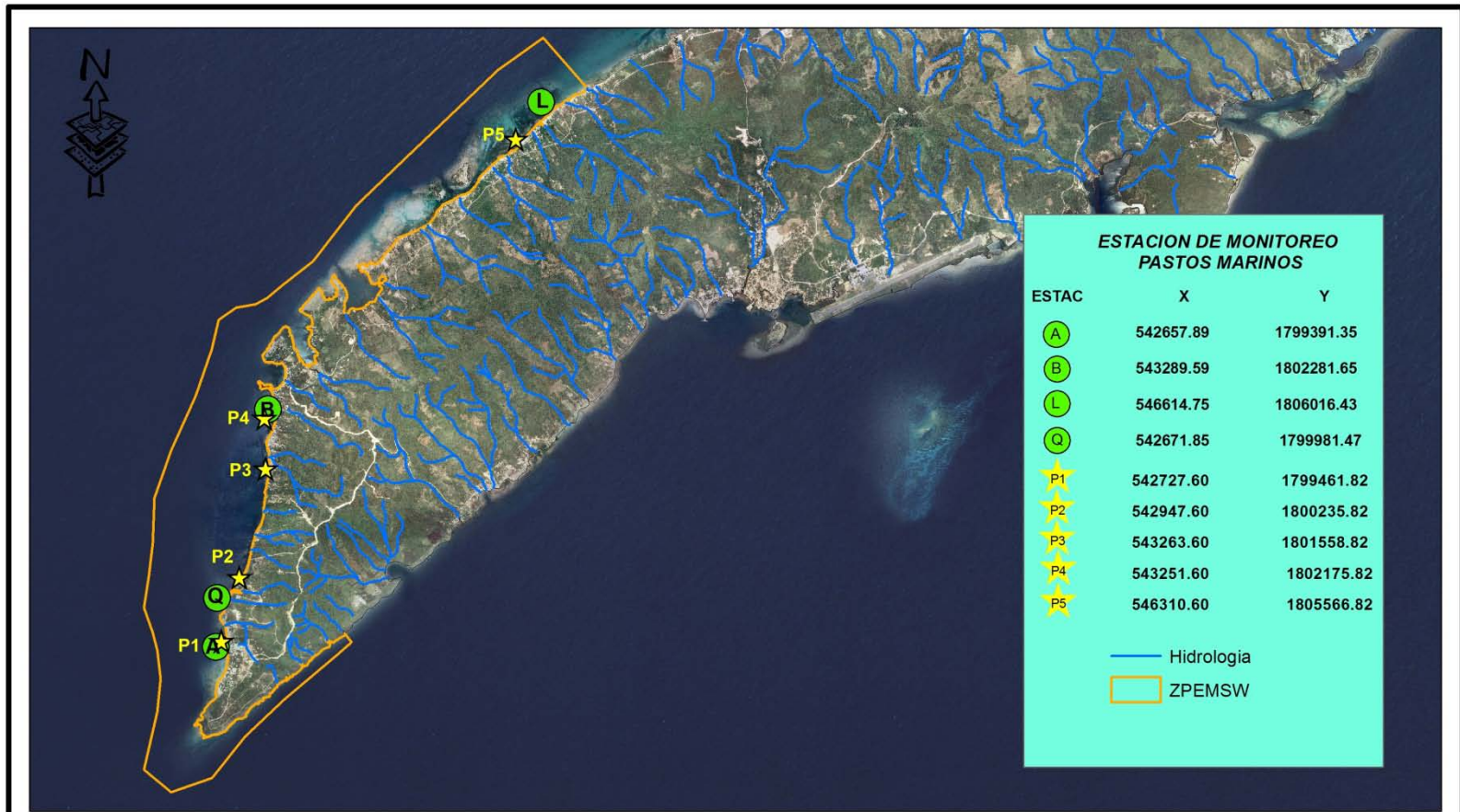
LEYENDA

- Linea de Transecto
- Limite de Predios

Elaborado Por :
 Ph.D. Sotero Medina
 Fuente :
 SIG-PMAIB - AÑO 2000

ANEXO 2.

Ubicación de estaciones de pasto marino línea base PMAIB 2000 y estaciones propuestas 2013.



Ubicacion de estaciones de Pastos Marinos Linea base PMAIB 2000 y estaciones propuestas 2013



Elaborado Por :
 PhD. Sotero Medina
 Fuente :
 SIG-PMAIB - AÑO 2000

ANEXO 3.

Descripción de variables para estudios de estructura forestal en manglares.

Descripción de variables:

Díámetro a la altura de pecho (DAP):

A partir de este parámetro se calcula el área basal, además permite determinar la condición o estabilidad de la comunidad del manglar, por medio de la distribución de frecuencias los diámetros de sus troncos. Es una medida que se obtiene directamente y se utiliza cinta diamétrica para medir el DAP de todos los individuos mayores a 2.5 cm de diámetro.

Área basal:

Es el área que ocupa un tronco en un espacio conocido; en una comunidad de manglar es la suma de las áreas basales de todos los troncos en una unidad de área expresándose en m^2 por hectárea (ha) para los árboles mayores o iguales a 2.5 cm de diámetro (8 cm. de circunferencia). Esta medida es un excelente índice del grado de desarrollo adquirido por una comunidad de manglar, ya que está relacionado con el volumen de los troncos y la biomasa de la comunidad.

Medido el diámetro con cinta diamétrica, se divide entre dos para obtener el radio. El radio se eleva al cuadrado y se multiplica por π (3.1416). Así se obtiene el área basal en cm^2 del árbol. Este será calculado para cada árbol en la parcela y será sumado. Para propósitos de comparación el área basal total en cm^2 para la parcela será expresada en m^2ha^{-1} .

Densidad:

Es el número de árboles por unidad de área, se expresa en individuos (ind.) por hectárea (ha). La densidad de una comunidad de manglar es el reflejo de su edad y madurez. Los manglares pasan en su desarrollo de una etapa en que el espacio es ocupado por un gran número de árboles de poco diámetro, a la etapa de mayor madurez cuando existen pocos árboles pero de gran tamaño. También podría ser indicador de vulnerabilidad y capacidad de respuesta ante impactos.

Altura:

Es la distancia vertical entre la base del tronco a la punta de la copa, para lo cual se utiliza un clinómetro y una cinta métrica de 50 m. Se mide la pendiente entre el árbol y el observador con el clinómetro hasta obtener un ángulo menor o igual a

30° y luego se mide la distancia horizontal entre el observador con el clinómetro hasta el árbol que se está midiendo. La altura se calcula con la siguiente fórmula:

$H = (\tan \theta * \text{distancia}) + \text{la altura del observador con el clinómetro.}$

Regeneración potencial:

Para este apartado, se denominarán como plántulas a aquellos organismos de manglar que presenten una altura menor a 0.5m, y juveniles a aquellas plantas que presenten una altura igual o mayor a 0.5m y un diámetro menor a 2.5 cm. Los atributos que se medirán tanto a plántulas como a juveniles serán (densidad y altura):

Densidad:

Mediante el conteo de todos los organismos (plántulas y juveniles) presentes dentro de los cuadrantes.

Altura:

La cual será medida con una regla de 1m.

Se etiquetan las plántulas y juveniles con placas de aluminio para darles seguimiento y monitoreo de supervivencia y crecimiento, para tener una estimación del reclutamiento del manglar, y de aquí tener una primera aproximación de la capacidad de recuperación que tiene cada localidad ante eventos como huracanes e impactos antrópicos.

Caracterización ambiental

Según la Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá, los estudios de caracterización o reconocimiento de estos ambientes deben incluir medidas de los parámetros ambientales que caractericen las condiciones existentes en el lugar y momento de colección de datos. Existen muchos métodos diferentes para estudiar las características ambientales y estructurales de los ecosistemas de manglares, donde varían los niveles de detalles. El método a escoger depende de los objetivos del estudio, del tiempo, personal y presupuesto con que se cuente.

En la presente caracterización vamos a evaluar el parámetro de agua intersticial y productividad por ser de interés y que determinan muchas condicionantes en la cual muchos investigadores expresan algunos hallazgos que debemos conocer.

En la temática de caracterización ambiental; tanto el micronivel como el hidroperiodo establecen condiciones fisicoquímicas únicas que afectan varios factores como la anaerobiosis del suelo (potencial Redox), la acumulación de materia orgánica, la disponibilidad de nutrientes, la concentración de la salinidad del agua intersticial, la composición de especies, la riqueza y la productividad primaria, parámetros esenciales para el mantenimiento de la estructura forestal y su funcionamiento. (Agraz, H. C. M.; Osti, S. J. et al .2007).

Los diferentes tipos de humedales costeros están condicionados en gran medida por el hidroperiodo y la salinidad del agua. En los ecosistemas de manglar, el hidroperiodo va a estar determinado principalmente por la influencia de las mareas y las pequeñas variaciones en su topografía (microtopografía) y, en segundo término, por las inundaciones provocadas temporalmente por los ríos y escurrimientos terrestres de la región (Flores-Verdugo et al., 1995; Rico y Palacios, 1996; Agraz-Hernández, 1999).

La frecuencia y el período de inundación son factores determinantes para la ausencia o presencia de los manglares. Las diferentes especies de mangle tienen distintas preferencias de inundación. La presencia de una u otra especie, así como su extensión en un sitio determinado, lo definen unos cuantos centímetros de diferencia topográfica (< 90 cm). (Agraz-Hernández 1999) observó una clara zonación entre las diferentes especies de mangle respecto al nivel de las mareas y a la salinidad intersticial. También observó que las plántulas de dos especies de mangle poseen un rango de distribución topográfica más limitada que la de los adultos y que en los límites de distribución topográfica de ambas especies, la diferencia es de sólo 5.5 cm. Resultados similares fueron observados por (Flores-Verdugo et al. 1995) en Boca Cegada, Nayarit, donde la diferencia entre la presencia de mangle negro (*A. germinans*) y su ausencia en una marisma es de 2 a 7 cm.

Las especies de mangle varían en cuanto a su tolerancia a la salinidad. El mangle negro es el más tolerante, seguido por el rojo y luego el blanco. Este último prefiere salinidades por debajo de la del mar. Cuando la salinidad intersticial es muy alta, el manglar reduce su altura, tomando aspecto de matorral.

Corresponde a la salinidad del agua en los sedimentos y es otro factor que influye en la zonación y el grado de desarrollo de los manglares. Cuando ésta es superior a los 70 ups, provoca la disminución del desarrollo del manglar llegando a causar su muerte (Cintrón-Molero y Shaeffer-Novelli, 1983). Aunque está ampliamente reconocido que las condiciones óptimas de crecimiento de las diferentes especies de mangle, en general, son entre 10 y 20 ups, algunos autores han encontrado

que las diversas especies de manglar tienen diferente grado de tolerancia a las altas salinidades siendo el mangle negro, (*A. germínans*), el más tolerante a las salinidades altas, seguido por el mangle rojo, (*R. mangle*) y el mangle blanco, (*L. racemosa*). Esta última especie tiene preferencia por las salinidades menores a la marina < 35 ups).

A salinidades demasiado elevadas (> 70 ups), *A. germínans* crece como matorral (Cintrón-Molero y ShaefferNovelli, 1983; López-Portillo y Ezcurra, 1989; Flores-Verdugo, 1995 y Agraz-Hernández 1999) reporta la presencia de matorrales de *A. germinans* dentro del rango de distribución topográfica de la misma especie con árboles maduros pero en suelos hipersalinos.

Agua intersticial

Los parámetros químicos se tomarán en cada una de las estaciones de monitoreo establecidas a lo largo de los transectos según el análisis de estructura forestal, de manera que no estén en puntos de transición de vegetación. Se instalarán dos estaciones en cada transecto en la cual se instalarán piezómetros construidos con tubos de PVC de 4 pulgadas de diámetro por 1.5 m de largo con orificios de 1 cm de diámetro a 50 cm en el fondo para permitir el libre flujo del agua intersticial.

Cada tubo o piezómetro será enterrado a 1 m de profundidad a lo largo de los transectos y un piezómetro por parcela, comenzando desde la orilla de los cuerpos de agua (Bahía) con el fin de identificar la penetración de la marea, aporte de agua dulce, la entrada y dirección del agua intersticial. Los tubos permanecerán tapados y antes de cada muestreo se drenarán para tomar la muestra del agua intersticial para evitar efectos de dilución por la lluvia y permitir estimar la relación de salinidad y estructura forestal.

Para el muestreo de agua intersticial, previamente a la toma se purga el pozo mediante un sifón de agua, con el fin de obtener muestras de agua no alteradas por la exposición al aire. Se muestreará mensualmente durante marea baja y coincidiendo con la colecta de hojarasca se determinan directamente salinidad, pH, potencial Redox. Para tomar los parámetros de salinidad del agua se utilizara un refractómetro de salinidad marca A&O, considerando rangos entre 0 a 100 PSU (unidades equivalentes a partes por mil).

Productividad Primaria:

En las parcelas de cada transecto se colocarán canastas para la medición de producción de hojarasca.

Se determinará la productividad del manglar a través de la caída de hojarasca en intervalos mensuales. El procedimiento consta de la colocación de cinco canastas de 0.25 m² (50cm x 50cm) por parcela elaboradas de material de tela mosquitera de 1 mm de abertura de malla cocidas en un marco de madera o PVC, distribuidas aleatoriamente dentro de la parcela y sujetas a una altura de 1.30 m sobre el piso del manglar dentro de la parcela.

Georeferenciar la ubicación de cada trampa y enumérelas en concordancia con la parcela a la cual está adscrita.

Durante el primer año, las muestras de hojarasca deben ser colectadas cada mes y las trampas se deben dejar en su lugar durante todo el año.

Para el año dos, se hará un muestreo cuatro veces por año en los períodos de producción máxima y mínima (época seca y lluvias). Años siguientes se reducirán los muestreos a dos veces por año en los periodos de producción máxima y mínima y las trampas se deben instalar por un mes.

El material colectado mensualmente se etiqueta en bolsas y será secado en una estufa a 75 °C por 72 horas, posteriormente la muestra se separa y se pesa en dos partes: los componentes hojas y no hojas (estructuras reproductivas (flores y frutos, ramas y misceláneos), se pesarán en una balanza analítica con una apreciación decimal de 0.001. La producción de hojarasca será expresada en g m⁻² d⁻¹.

ANEXO 5.

Procedimiento propuesto para seleccionar tamaño de muestra por descriptor para un monitoreo de pastos marinos.

Procedimiento propuesto para seleccionar tamaño de muestra por descriptor para un monitoreo de pastos marinos.

Densidad, biomasa total, producción de hojas, índice de renovación, longitud de hoja, ancho de hoja, superficie de hoja, biomasa de material vivo, biomasa hojas muertas, biomasa rizomas vivos, biomasa rizomas vivas, biomasa rizomas y raíces muertas, biomasa material aéreo y biomasa material subterráneo, son los indicadores o descriptores que el PMAIB considero factible considerar para un monitoreo en base a los sitios seleccionados y los datos que el estudio de línea base presentó.

En el caso de un programa de monitoreo para la ZPEMSW se considera importante realizar un estudio base que permita establecer cuáles de los descriptores en los sitios sugeridos (P2, P3, P4, P5) es factible realizar un monitoreo a mediano o largo plazo. La decisión sobre que descriptores considerará y que sitio es factible establecer en el monitoreo dependerá de la relación que cada media posea con su respectiva varianza, esto es por cada descriptor dentro de cada sitio de forma individual.

Es necesario recalcar que se debe de considerar que cada tamaño de muestra será diferente para cada descriptor en cada sitio, pero estos se tendrán que incrementar en base a la cantidad más alta resultante y tomada en consideración para monitoreo dentro de cada descriptor.

A manera de entendimiento ejemplificamos cuatro sitios con las siguientes cantidades de tamaño de muestreo necesario para el descriptor X: 6.5, 8, 8.5, 9.6, de considerar 9.6 muestras factibles (siempre eleve el números con decimales hacia arriba) se tendrá que elevar el número de todas las muestras para este descriptor a 10. Esto es necesario en caso de querer comparar entre sitios ya que muchos análisis estadísticos requieren de muestreos del mismo tamaño.

Ejercicio

A continuación se provee un ejemplo simplificado del proceso de obtener un tamaño de muestra adecuado. Consideremos cuatro sitios con dos descriptores:

Cuadro: Mostrando los datos recabados en un muestreo piloto teórico. Este cuenta con cuatro sitios y 2 descriptores.

Descriptor	Cálculos	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	
Descriptor 1	Muestra 1	20.33	32.67	20.44	21.46	
	Muestra 2	16.27	27.4	22.1	21.85	
	Muestra 3	24.21	28.92	21.58	22.35	
	Muestra 4	29.65	25.65	20.57	20.89	
	Promedio	22.615	28.66	21.1725	21.6375	
	Desviación Estándar	5.70133	2.988612	0.801223	0.617272	
	Error permitido (20%)	0.2	0.2	0.2	0.2	
	Valor t para 0.5 de dos colas	3.183	3.183	3.183	3.183	
	Tamaño de Muestra		16.09802	2.754228	0.362724	0.206135
Descriptor 2	Muestra 1	5.42	6.75	8.02	5.32	
	Muestra 2	4.96	7.22	4.65	4.56	
	Muestra 3	6.23	7.12	5.3	3.95	
	Muestra 4	5.12	6.89	7.89	5.23	
	Muestra 5	6.15	6.55	8.56	6.01	
	Muestra 6	5.47	7.24	4.23	5.98	
	Muestra 7	5.62	7.11	5.4	4.95	
	Promedio	5.567143	6.982857	6.292857	5.142857	
	Desviación Estándar	0.479851	0.260622	1.798664	0.740669	
	Error permitido (20%)	0.2	0.2	0.2	0.2	
	Valor t para	2.447	2.447	2.447	2.447	
	Tamaño de Muestra		1.112132	0.208528	12.22959	3.104898

Revisando el cuadro anterior se puede observar que dos sitios poseen un descriptor con tamaño de muestra grande e imprácticos en este ejercicio (16.09802 y 12.22959) por lo que será necesario desestimar los sitios 1 del descriptor 1 y 3 del descriptor 2.

Otra opción es desestimar un descriptor Ej: descriptor 1, y así poder seguir trabajando con el descriptor 2 y los sitios 1, 2, 4.

De optar por los dos descriptores se tendrá que obtener como mínimo 3 muestras del sitio 2 y 4 para el descriptor 1. Adicionalmente se requiere de 4 muestras para el descriptor 2 de los sitios 2 y 4.

Conclusión

La selección de descriptores y sitios se desestimarán en base a la factibilidad que estos presentan una vez se calcula el tamaño de muestra necesaria para cada descriptor en cada sitio de forma individual. Se debe de tomar en cuenta tanto la dificultad de obtener los datos, fondos, personal, daño al ecosistema. El investigador deberá poder medir todos estos factores y así decidir que sitios y descriptores podrán considerarse para monitoreo futuro.