

LÍNEA BASE BIOLÓGICA PARA ZONAS DE RECUPERACIÓN PESQUERA

Cayo Blanco (Municipio de Santa Fe) y Bajo Calderón
(Municipio de Trujillo), Departamento de Colón.



Fotografía Dominic
Gauvin ©iLCP

Agradecimientos

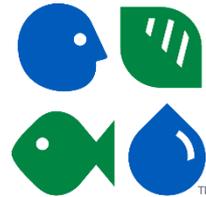
Especial agradecimiento a los donantes Oak Foundation, Mar Fund, al apoyo brindado por las organizaciones locales de Santa Fe-Trujillo: Mancomunidad de Municipios Garífunas de Honduras Ayuda en Acción, DIGEPESCA regional Colón, Municipalidad de Santa Fe, Municipalidad de Trujillo, a nuestros colegas Rare, Smithsonian Institute, Cuso Internacional.



DIRECCIÓN GENERAL DE PESCA Y ACUICULTURA



Smithsonian



rare



International

Volunteers for the World

Contenido

Índice de Tablas	iii
Resumen	iv
Introducción	1
Antecedentes	1
Marco Referencial	3
Metodología	5
a. Validación de hábitat marinos	5
b. Determinación de puntos de monitoreo	5
c. Levantamiento de datos para línea base biológica	5
d. Equipo:	7
Resultados	8
1. Mapa de hábitat marinos	8
2. Datos Geográficos	9
3. Indicadores biológicos	9
3.1 Abundancia relativa de peces	9
3.2 Biodiversidad de peces	9
3.3 Talla promedio de peces	10
3.4 Biomasa y densidad de peces.....	11
5.Discusión	13
6.Conclusiones	14
7.Recomendaciones	14
8.Referencias	15
Anexos	17

Índice de Figuras

Figura 1. Sitios de muestreo para las Zonas Recuperación pesquera (ZRP)	5
Figura 3. Mapa de porcentajes de hábitat marino en la propuesta técnica de ZRP en la Bahía de Trujillo. (Purkis L., 2016).....	8
Figura 4. Abundancia relativa de especies en Cayo Blanco y Bajo Calderón, departamento de Colón,Honduras.	9
Figura 5. Índice de Simpson para los dos sectores del área de levantamiento de línea base biológica Bahía de Trujillo, Honduras.....	10
Figura 6. Tallas promedio de peces de los dos sectores de levantamiento de línea base biológica, Bahía de Trujillo, Honduras.	10

Figura 7. Biomasa de peces por Kg/ha para Cayo Blanco (Santa Fé) y Bajo Calderón (Trujillo) la propuesta técnica de Cayo Blanco, Honduras.	11
Figura 8. Densidad de peces por individuos/ha para Cayo Blanco (Santa Fé) y Bajo Calderón (Trujillo) la propuesta técnica de Cayo Blanco, Honduras.....	12
Figura 9. Densidad de langosta, caracol y pepino de mar durante el levantamiento de datos	13

Índice de Tablas

Tabla 1. Principios biofísicos para el diseño de zonas de recuperación pesquera (ZRP) dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). (Green et al, 2017).	3
Tabla 2. Mediciones para caracol, langosta y pepino de mar	6
Tabla 3. Descripción de los tipos de hábitat predominantes en los tres sectores de estudio, divididas en las siguientes categorías (Purkis L., 2016; Zitello et al., 2009)	8
Tabla 4. Descripción área de estudio por zona de monitoreo en las zonas propuestas en la Bahía de Trujillo, Honduras.....	9

Índice a Acrónimos

BICA: Bay Islands Conservation Association	MAMUGAH: Mancomunidad de municipios garifunas de Honduras.
CEM: Centro de Estudios Marinos	RGP: Registro General de Pescadores
COBI: Comunidad y Biodiversidad, A.C.	SAG: Secretaría de Agricultura y Ganadería
DIGEPESCA: Dirección General de Pesca y Acuicultura	SAM: Sistema Arrecifal Mesoamericano
FNH: Fuerza Naval de Honduras	SI: Instituto Smithsonian
HRI: Healthy Reef Initiative	TNC: The Nature Conservancy
ICF: Instituto de Conservación Forestal	UMA: Unidad Medio Ambiental
	ZRP: Zona de Recuperación Pesquera

Resumen

El CEM ha estado formando alianzas con actores claves que impulsen esta iniciativa de las Zonas de Recuperación Pesquera en la costa norte e Islas de la Bahía en el caribe hondureño, el declive de las pesquerías en el caribe hondureño es de preocupación para las comunidades que dependen de este recurso. Durante el mes de mayo de 2019, el CEM realizó una visita al municipio de Trujillo con el objetivo de georreferenciar las zonas de pesca utilizadas por los pescadores en las comunidades costeras de los municipios de Santa Fe y Trujillo, donde las zonas conocidas como Cayo Blanco y Bajo Calderón fueron identificadas como zona de interés para ser protegidas por los pescadores artesanales de ambos municipios. La familia con mayor representatividad en ambas zonas son los peces cirujanos (Acanthuridae) que son indicadores de buena la salud del arrecife. Especies de interés comercial como los meros, langostas y caracol fueron muy poco observadas, sin embargo, existen todas las condiciones de hábitats y ecosistemas marinos que viabilizan su crecimiento, reproducción y dispersión tomando medidas de manejo adecuadas. Este documento técnico es el resultado de esta primera gira exploratoria a los sitios recomendados por los pescadores y constituye una línea de base biológica para futuros monitoreo ecológicos de estas áreas de protección que a la vez proveerán información para facilitar la toma de decisiones por parte de los sectores interesados en las pesquerías y ecosistemas del país.

Palabras claves: Hábitats marinos, caribe hondureño, especie de interés comercial , Bahía de Trujillo.

Introducción

Una zona de recuperación pesquera (ZRP) se define como sitio designado bajo ordenanza, concesión comunitaria, legislación nacional y/o local en la cual se prohíben las actividades extractivas y destructivas permitiendo la recuperación de las poblaciones de especies marinas (particularmente las que son objeto de pesca), convirtiéndose en una herramienta de manejo que permite aumentar los rendimientos pesqueros por el efecto desborde de adultos, juveniles y larvas, hacia otras áreas pesqueras adyacentes. Las ZRP también contribuyen a la protección de la biodiversidad (especies en peligro de extinción y de importancia ecológica, y hábitats críticos y únicos), y a mejorar la resiliencia de las poblaciones y los ecosistemas marinos, frente al cambio climático (Arrecifal & Sam, 2015).

El Centro de Estudios Marinos (CEM) en 2016 forma a ser parte de la iniciativa para definir criterios biofísicos y científicos que respalden las declaratorias de ZRP, esta iniciativa lo conforman un panel de expertos como The Nature Conservancy (TNC), Comunidad y Biodiversidad, A.C., (COBI) de México, Healthy Reef Initiative (HRI) de Guatemala, el Instituto Smithsonian (SI) y ya mencionado el CEM. Estas organizaciones han estado promoviendo las ZRP en los cuatro países que conforman el Sistema Arrecife Mesoamericano (SAM, México, Belice, Guatemala y Honduras). Se tiene como meta integrar la mejor ciencia disponible para adaptar y / o refinar un conjunto de principios biofísicos que puedan ser utilizados para guiar el diseño de ZRP en el SAM.

En Honduras para 2017, siguiendo con el impulso de declarar ZRP, comunidades pesqueras de las Costa Norte e Islas de la Bahía en su preocupación por declive de las pesquerías, propusieron declarar zonas para recuperación del recurso marino. Para poder validar las zonas propuestas el CEM creó una metodología de línea base biológica, que evalúa el estado del recurso marino siguiendo criterios biofísicos y conocimiento tradicional, con el fin de respaldar la declaración de una ZRP. La metodología se basa en indicadores biológicos: biomasa y densidad de especies claves (peces herbívoros, depredadores y especies de interés comercial (Almada-Villela, Sale, Gold-Bouchot, & Kjerfve, 2003; Hill & Wilkinson, 2004; Lang et al., 2012; Mumby, Flower, Chollett, Box, Bozec, Fitzsimmons, Gill, et al., 2014). Estos indicadores pueden determinar qué tan impactado está el recurso, ya sea por, sobrepesca, contaminación o destrucción del hábitat marino. La información obtenida, da una herramienta para generar planes de acción y/o de manejo que ayuden a conservar el área para conseguir el efecto de desborde deseado en las ZRP.

Antecedentes

El CEM ha venido formando alianzas con actores claves que impulsen esta iniciativa, como es el caso de la Municipalidad de Guanaja y otros colaboradores, que, tras un proceso de negociación entre pescadores y autoridades, se declararon dos áreas de recuperación pesquera en la isla; Michael Rock y Long Reef. Dichas áreas fueron oficializadas por la corporación municipal de Guanaja a través de la ordenanza municipal firmada en junio del 2014. A su vez, se creó “ La comisión Especial de Monitoreo y Vigilancia” como una estructura de gobernanza sobre estas áreas, que es integrada por la Municipalidad de Guanaja, Bay Islands Coservation Asociation (BICA), la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), La Fuerza Naval de Honduras (FNH) y las asociaciones de pescadores artesanales (CEM, 2016).

Conjuntamente, en el 2014 se declaró a Cayo Gorda en la Moskitia hondureña como área de no pesca

(mismo principio de una ZRP). Debido a los intensos niveles de pesca para los bancos Miskitos, datos registrados por el sistema de localización de buques (por medio de balizas) e información de capturas proporcionada por los observadores a bordo de las embarcaciones de pepino de mar (durante el programa de investigación del 2010 a 2013), se evidenció la rápida disminución del recurso pesquero en la Moskitia. Basados en el conocimiento local se sugirió que Cayo Gorda es una zona de crianza de vital importancia para juveniles de pepino de mar, langosta y caracol, esta información fue respaldada por estudios espaciales realizados por el Instituto Smithsonian. La DIGEPESCA aplicando el principio de precaución, estableció el cierre del área alrededor de Cayo Gorda para cualquier pesquería comercial o artesanal, y se declara como área de no pesca (o de recuperación pesquera) con un total de 100 km² dentro del marco del Acuerdo Ministerial SAG 544-14.

Durante el año 2016 el CEM fue parte del grupo interinstitucional que realizó la evaluación de la salud del arrecife coralino, en el marco de la Iniciativa de Arrecifes Saludables; durante el mes de octubre del mismo año se fortaleció a la Oficina Regional de DIGEPESCA con la dotación del equipo necesario para operar el sistema digital del Registro General de Pescadores.

Durante el mes de mayo de 2017, el CEM visita el municipio de Trujillo con el objetivo de georreferenciar la zona conocida como Cayo Blanco, pues según los pescadores del municipio de Santa Fe y autoridades locales, la misma cuenta con el potencial para declararse como Zona de Recuperación Pesquera, información que fue analizada y en la que se recomienda la ampliación del área a considerar para protección. Durante el mismo mes, el CEM realiza un mapeo de potenciales usuarios de la aplicación Ourfish, aplicación que se decide postergar en su implementación en la zona, debido a los bajos reportes de pesca.

En febrero del 2018 alcaldes de los municipios costeros del departamento de Colón, entre ellos Trujillo y Santa Fe, firman el Pacto por la Conservación de los Recursos Pesqueros del Caribe de Honduras, pacto con el que se comprometen a apoyar los procesos de declaratoria de Zonas de Recuperación Pesquera.

En abril del 2018 el CEM presenta a municipalidades de Trujillo y Santa Fe, Oficina Regional de DIGEPESCA, ICF Tocoa y Fuerza Naval, el mapa de la propuesta de Zonas de Recuperación para la zona de Colón; durante la jornada las instituciones presentes asumen compromisos de colaboración para impulsar la declaratoria de ZRP. El mismo mes el CEM con apoyo de las municipalidades de Trujillo y Santa Fe y de la Oficina Regional de DIGEPESCA, se inicia la caracterización socioeconómica de ambos municipios. En el mes de septiembre del 2018 se hace una identificación junto a los actores claves para el análisis de establecimiento de ZRP en la Bahía de Trujillo.

Objetivos

- Evaluar a través de una línea base biológica el estado de los recursos marinos en áreas de Cayo Blanco y Bajo Calderón en el departamento de Colón.

Objetivos Específicos

- Identificar áreas óptimas en La Bahía de Trujillo viables ecológica y económicamente siguiendo criterios científicos y biofísicos para una declaratoria de Zonas de Recuperación Pesquera.

- Definir tipo de hábitat marino y atributos biofísicos de los sitios propuestos para el establecimiento de Zonas de Recuperación Pesquera en la Bahía de Trujillo.
- Estimar abundancia y biomasa de las especies claves conservación: peces de escama, caracol, langosta y pepino de mar en el área de influencia de las zonas propuestas siguiendo indicadores del estado de la salud de los arrecifes.

Marco Referencial

Los 7 principios biofísicos (Tabla 1) considerados para esta línea base biológica de Utila, combinan objetivos de conservación, manejo sostenible de las pesquerías, y adaptación al cambio climático (Arrecifal & Sam, 2015; Green et al., 2014).

Tabla 1. Principios biofísicos para el diseño de zonas de recuperación pesquera (ZRP) dentro del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). (Green et al, 2017).

Num	Categoría	Principio Biofísico
1	Representación de hábitat	Representar 20-30% de cada uno de los hábitats principales (por ejemplo, arrecifes de coral, manglares)
2	Dispersión de riesgo	Proteger por lo menos tres réplicas de cada hábitat principal dentro de ZR, en regiones ecológicamente distintas
3	Proteger áreas críticas, especiales y únicas	Proteger áreas importantes durante todo el ciclo de vida de las especies focales (por ejemplo, sitios de recuperación/desove, guarderías); sitios con alto endemismo, sitios con alta abundancia de especies rara y/o amenazadas), áreas saludables y áreas de con alta complejidad de hábitat.
4	Incorporar la conectividad	El tamaño de las ZR debe ser basado en patrones de desplazamiento de las especies focales, ya sea en sus movimientos diarios como en sus temporadas de reproducción. Asegurar que las ZR se encuentren suficientemente cercanas para permitir el desplazamiento de las especies focales entre hábitats que usan durante su ciclo de vida. Las ZR deberán incluir, donde sea posible, la unidad ecológica completa, por ejemplo, arrecifes, manglares y otros. Diseñar una red de ZR para mantener la conectividad larval dentro y entre ellas, y maximizar su dispersión a las zonas de pesca.
5	Permitir el tiempo de recuperación	Las ZR deben de establecerse de manera permanente para permitir la recuperación de la población de especies focales a fin de mejorar la producción pesquera a largo plazo. Las ZR estacionales pueden ser usada para proteger a las especies focales en fases críticas de su ciclo de vida (por ejemplo, sitios de desove y guarderías)
6	Adaptación al	Considerar las amenazas del aumento de temperatura y nivel del

cambio climático y química del océano	<p>mar, y los cambios en la química del océano:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La dispersión de riesgo 2. El incremento en el porcentaje de representación del hábitat. 3. El incremento de la protección de especies que juegan un papel importante en la resiliencia de los ecosistemas (por ejemplo, pez loro)
	<p>Priorizar la protección de hábitats costeros que tienen mayor probabilidad de sobrevivir al aumento del nivel del mar (por ejemplo, bosques de manglar ubicados en sitios donde tengan espacio para repoblar.</p>
7 Minimizar y evitar amenazas locales	<p>Priorizar la ubicación de las ZR donde actualmente y a futuro existan ecosistemas saludables con bajos niveles de amenazas.</p>

Área de Estudio

La bahía de Trujillo está situada frente a los municipios de Santa Fé y Trujillo en el departamento de Colón cuenta con hábitats béticos como pastos marinos y arrecifes agregados que son de vital importancia para la diversidad de especies marinas de importancia comercial y ecológica. De acuerdo al “Plan para el establecimiento de Zonas de Recuperación Pesquera en el norte de Honduras” (Chollett, 2017) identifica la bahía de Trujillo como una de las áreas prioritarias para el manejo de pesquerías y conservación de la biodiversidad. Se llevó a cabo el levantamiento de datos para la línea base biológica en las áreas propuestas de Cayo Blanco y Bajo Calderón por parte pescadores artesanales de ambos municipios.

El levantamiento de línea biológica para la propuesta de ZRP en los municipios de Santa Fe y Trujillo se llevó a cabo del 3 – 5 de mayo del 2019 contando con la ayuda de Cuso Internacional, a las unidades ambientales municipales de Santa Fe y Trujillo, Ayuda en Acción, Mancomunidad de Municipios Garífunas de Honduras (MAMUGAH), Dirección General de Pesca (DIGEPESCA) regional de Trujillo.

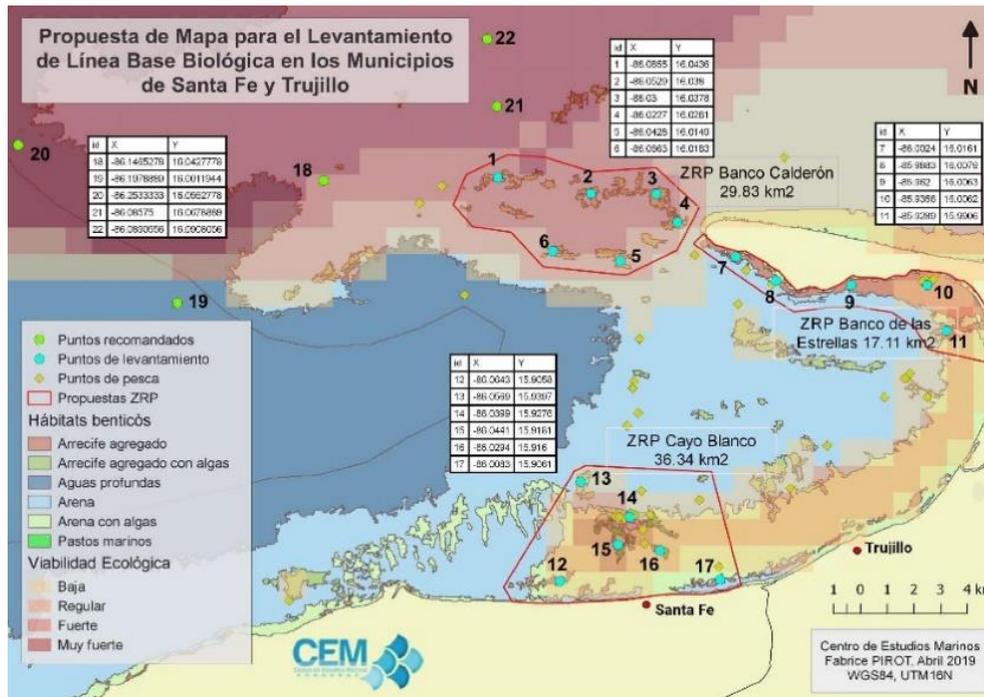


Figura 1. Sitios de muestreo para las Zonas Recuperación pesquera (ZRP)

Metodología

a. Validación de hábitat marinos

Se realizó una validación en campo, de los hábitats marinos en el área de estudio, en donde, se utilizó una cámara en modo video amarrada a una soga hasta tocar fondo y así determinar el tipo de hábitat por sitio.

b. Determinación de puntos de monitoreo

Se utilizó un programa de cartografía digital conocido como programa SIG para seleccionar la distribución de puntos de monitoreo en los que se pudieran validar los ecosistemas y coleccionar la información base biológica.

c. Levantamiento de datos para línea base biológica

El levantamiento de la línea base biológica, fue realizado en 2019. Se requirió un total de 3 días y dos buzos con SCUBA para monitorear los 17 puntos aleatorios recomendados, con una duración de 20 min (máximo) por cada transecto de banda (100 m x 5 m). Según grupo a estudiar, la toma de datos fue realizada de dos maneras:

- Para peces se utilizó la metodología Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) adaptándola solamente para conteo y estimación de tallas (Figura 3) (Lang, J. & et. al. 2012).
- Para caracol reina, langosta y pepino de mar se utilizó la metodología de Caribbean Coastal Marine Productivity Program (CARICOMP) (Aplicaci, Mart, Mac, Mallo, & Marinas, 2013; Lang, Marks, Kramer, Kramer, & Ginsburg, 2012).

En cada punto aleatorio se realizó un transecto de banda de 100 m x 5 m, el primer buzo desenrolla la cinta contando y registrando las especies de peces encontrados a lo ancho de la banda de 2.5 m a cada lado del transecto, estimando visualmente el tamaño de cada pez y luego asignándoles en categorías de tamaño (<5 cm, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, >40 cm) los datos fueron anotados en una hoja de datos de papel impermeable. El segundo buzo anotó y midió las especies de caracol (*Lobatus gigas*), langosta (*Panulirus argus*) y pepino de mar (*Holothuria mexicana*) en una pizarra de buceo según como lo indica la Tabla 2.

Tabla 2. Mediciones para caracol, langosta y pepino de mar

Especie	Mediciones	Ejemplo
Caracol (<i>Lobatus gigas</i>)	Ancho, longitud total y ancho del labio	
Pepino de mar (<i>Holothuria mexicana</i>)	Longitud total y ancho (se trató de no tener contacto directo con el individuo para evitar que se encogiera)	
Langosta (<i>Panulirus argus</i>)	Longitud total y longitud de cola utilizando el tubo de un metro de largo para estimar las medidas.	

Además, se tomaron datos de profundidad y temperatura del agua, siendo registradas con una computadora de buceo marca Oceanic, estilo Océ5; la visibilidad se calculó utilizando la cinta métrica utilizada en cada transecto. Se consideraron otros datos relevantes como ser: cuantas conchas muertas en el transecto y si existía algún daño antropogénico (basura, manglar destruido, construcción, etc.).

d. Equipo:

Equipo

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Materiales para conteo de peces (Se utilizó el mismo que se usa en monitoreos AGRRA), - GPS - Equipo SCUBA - Cámara - Computadora de buceo - Fishfinder: ayuda a determinar la profundidad del sitio a monitorear antes de entrar al agua. - Lancha: 24 a 26 ft de eslora, 4 a 6 ft de manga | <ul style="list-style-type: none"> - Plantillas sumergibles para datos - Una línea de cuerda de 100 m de largo para transectos - Tubo delgado de 1 m de longitud para medir langosta - Cinta para medir pepino de mar y caracol reina - Pizarra de buceo - Clips, o cable para sujetar la plantilla a la pizarra. |
|--|---|
-

e. Análisis de Datos

- Cálculo de puntos aleatorios: Partiendo como sitio de estudio la zona que los pescadores artesanales de la zona recomendaron y la viabilidad del establecimiento de Zonas de Recuperación Pesquera, se utilizó el programa QGIS para seleccionar los puntos de monitoreo, como primer paso se utilizó una herramienta vectorial para crear un polígono en Shapefile con un área definida, a continuación, se utilizó una herramienta vectorial de investigación para generar:
- Densidad poblacional: Se tomó el área total en m² de cada transecto por el total de individuos, luego se extrapola al área de estudio.
- Biomasa de peces: Se utiliza la relación entre peso (W) – talla (L), las longitudes se pueden convertir a biomasa usando una ecuación simple que requiere dos parámetros por cada especie, dichos parámetros son proporcionados por Fishbase en su página web (Fishbase.org):

$$W = aL^b$$

Donde:

W= Peso

L= Talla (cm)

a y b= constantes.

Con el cálculo de peso se procede a determinar biomasa de peces dividiendo el peso por el área total del transecto (Froese et al., n.d.)

- Índice de Biodiversidad: para el índice de biodiversidad se utilizó el Índice de Simpson (Universidad Nacional de la Plata, 2016) que mide la riqueza de los organismos y cuantifica la biodiversidad de

un hábitat.

$$S_i = 1 - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N}\right)^2$$

Donde:

n_i = Número de individuos de la misma especie

N = Número total de individuos por S especies de la comunidad

Resultados

1. Mapa de hábitat marinos

El área de propuesta técnica para las ZRP en la Bahía de Trujillo presenta 4 tipos de hábitat marino (Figura 3) descritas según Zitello (2009) y Purkis (2016) en la figura Tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tipos de hábitat predominantes en los tres sectores de estudio, divididas en las siguientes categorías (Purkis L., 2016; Zitello et al., 2009)

Hábitat	Descripción
1. Arrecife de parches agregados	Se desarrollan en áreas que son demasiado superficiales o demasiado inclemente para sostener las comunidades de coral
2. Arena	Área homogénea de arena
3. Arena con alga	Arena mezclada con algas
4. Pastos marinos	Praderas de fanerógamas marinas

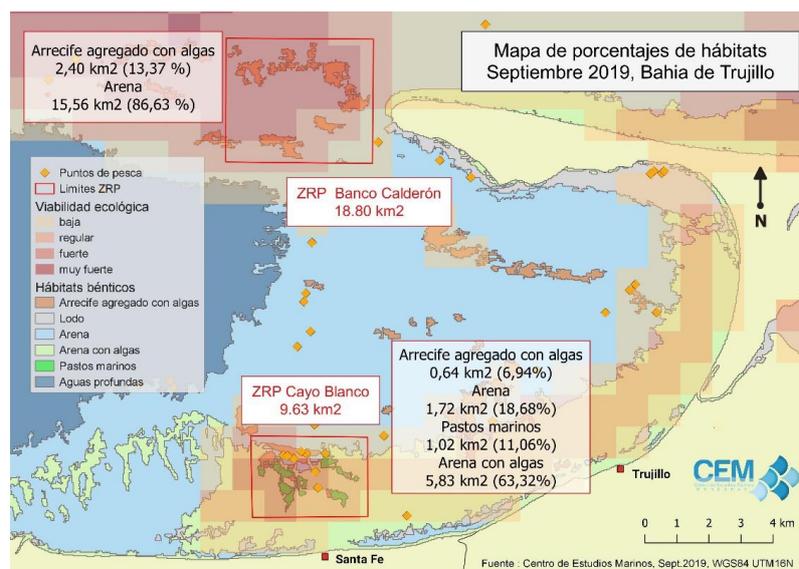


Figura 2. Mapa de porcentajes de hábitat marino en la propuesta técnica de ZRP en la Bahía de Trujillo. (Purkis L., 2016)

2. Datos Geográficos

El área total fue dividida en tres sectores, Sector A, B, y C con el fin de identificar qué área cumplen con los criterios biofísicos para declarar un área de recuperación pesquera. Las descripciones de cada área se definen en la Tabla 4 (Arrecifal & Sam, 2015).

Tabla 4. Descripción área de estudio por zona de monitoreo en las zonas propuestas en la Bahía de Trujillo, Honduras

Descripción	Bajo Calderón	Cayo Blanco
Área	18.80 km ²	9.63 km ²
Rango de profundidad	1.8 m	18 m
Temperatura	28 °C	28 °C
Visibilidad	15 m	10 m

3. Indicadores biológicos.

3.1 Abundancia relativa de peces

Se observaron un total de 265 individuos de peces distribuidos en 10 familias (descritas en el Anexo I); en la zona de Cayo Blanco 108 individuos y en la zona de Bajo Calderón 157 individuos (Figura 4).

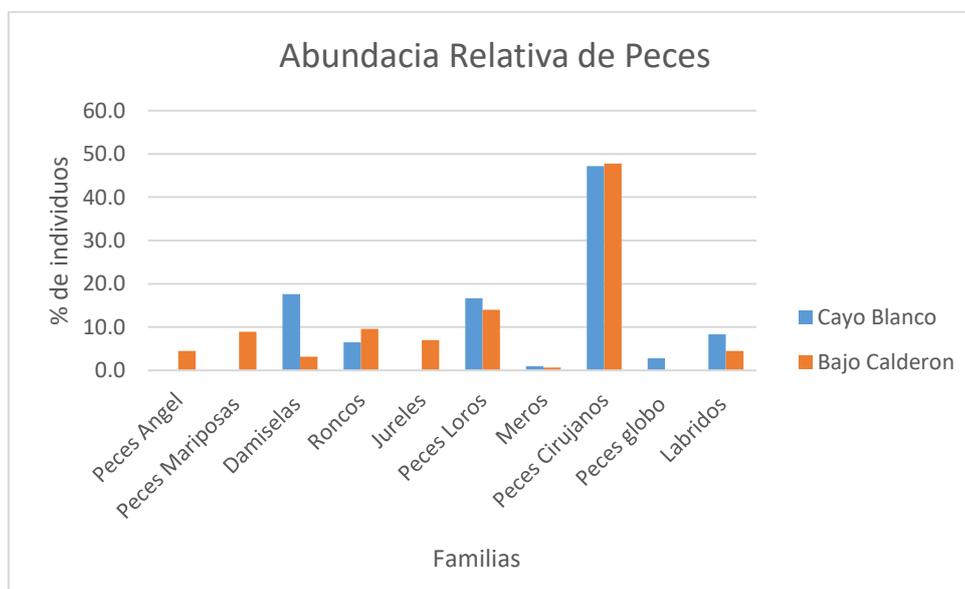


Figura 3. Abundancia relativa de especies en Cayo Blanco y Bajo Calderón, departamento de Colón, Honduras.

3.2 Biodiversidad de peces

Con del índice de Simpson se determinó a través del número de especies presentes y abundancia relativa la probabilidad de que dos individuos, dentro de un hábitat específico, seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Gotelli & Colwell, 2001; Green et al., 2014) (Figura 5).

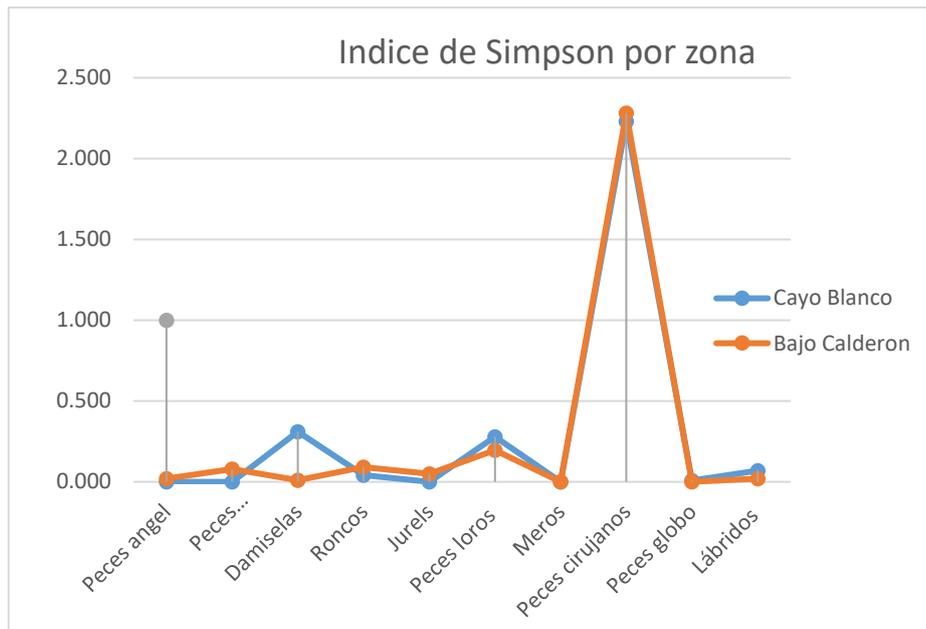


Figura 4. Índice de Simpson para los dos sectores del área de levantamiento de línea base biológica Bahía de Trujillo, Honduras.

En ambas zonas podemos observar que la probabilidad de que encontremos especies de peces cirujanos es muy alta ya que son la familia con mayor cantidad de individuos observados esta tendencia se mantiene para el resto de familias a excepción de los peces damisela que se observan con mayor frecuencia en zonas someras del arrecife como es el caso de Cayo Blanco. Se observa que las especies más representativas son los herbívoros y no las especies de importancia para la pesca artesanal.

3.3 Talla promedio de peces

Las tallas de las especies observadas van de 8 cm a un máximo de 35 cm en toda el área de monitoreo (Figura 6).

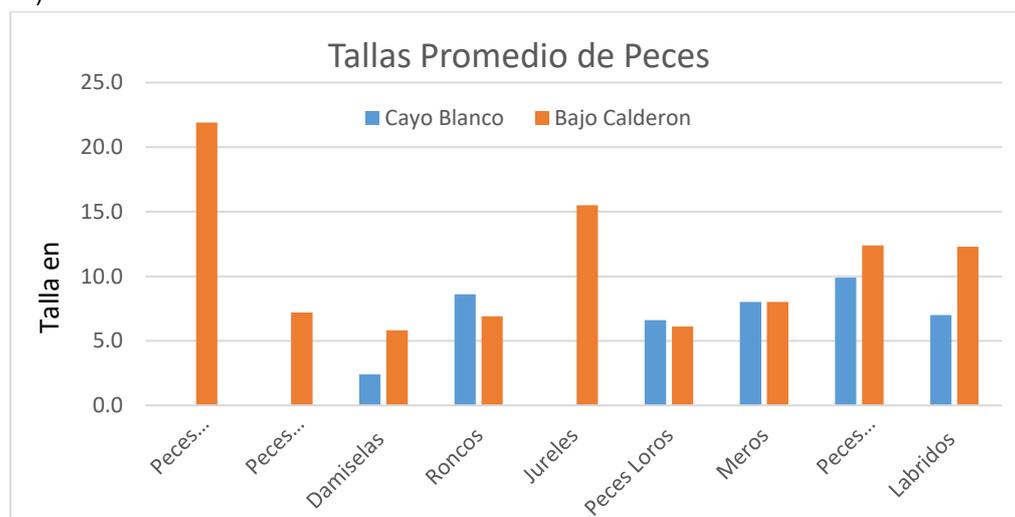


Figura 5. Tallas promedio de peces de los dos sectores de levantamiento de línea base biológica, Bahía de Trujillo, Honduras.

La familia que presenta un promedio de talla mayor los peces ángel, no obstante, la abundancia de estas familias resultó ser muy baja para ambas zonas.

3.4 Biomasa y densidad de peces

Biomasa total (Figura 7) y densidad de peces (Figura 8) se observa que es similar en ambas zonas, sin embargo, no se puede hacer una interpretación precisa ya que la cantidad de individuos observados es muy baja y la cantidad de puntos entre ambas zonas no es la misma.

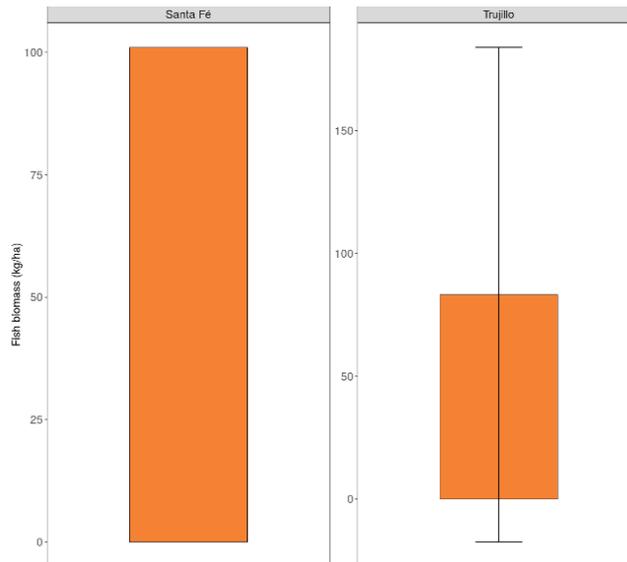


Figura 6. Biomasa de peces por Kg/ha para Cayo Blanco (Santa Fé) y Bajo Calderón (Trujillo) la propuesta técnica de Cayo Blanco, Honduras.

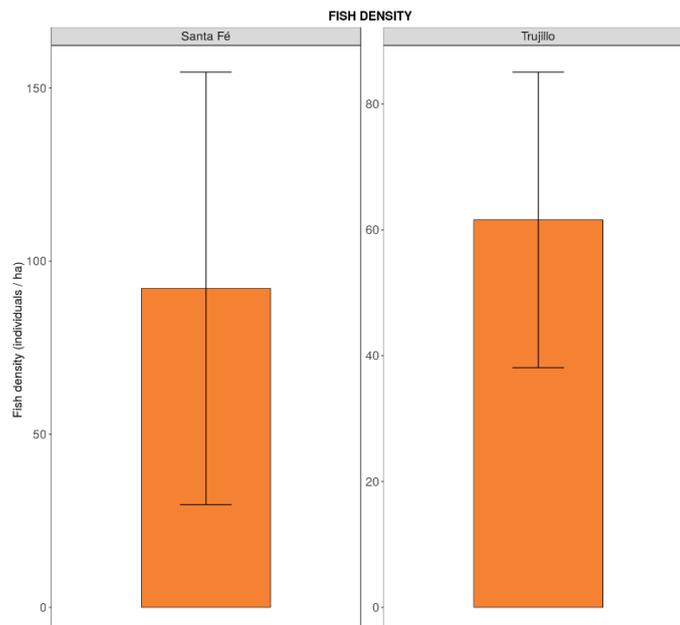


Figura 8. Densidad de peces por individuos/ha para Cayo Blanco (Santa Fé) y Bajo Calderón (Trujillo), Honduras.

3.5 Densidad de langosta (*P. argus*), caracol (*S. gigas*) y pepino de mar (*H. mexicana*)

El número de individuos observados en todo el monitoreo fueron: a. Langosta 3, b. caracol 5 y c. pepino de mar 0 (Grafico 1). Estos datos son insuficientes para poder determinar densidad poblacional de estas especies. Es probable que la población no se pueda mantener a sí misma si hay menos de 47 individuos por ha⁻¹ (2 individuos/500km².) (Mumby, Flower, Chollett, Box, Bozec, Fitzsimmons, Forster, et al., 2014).

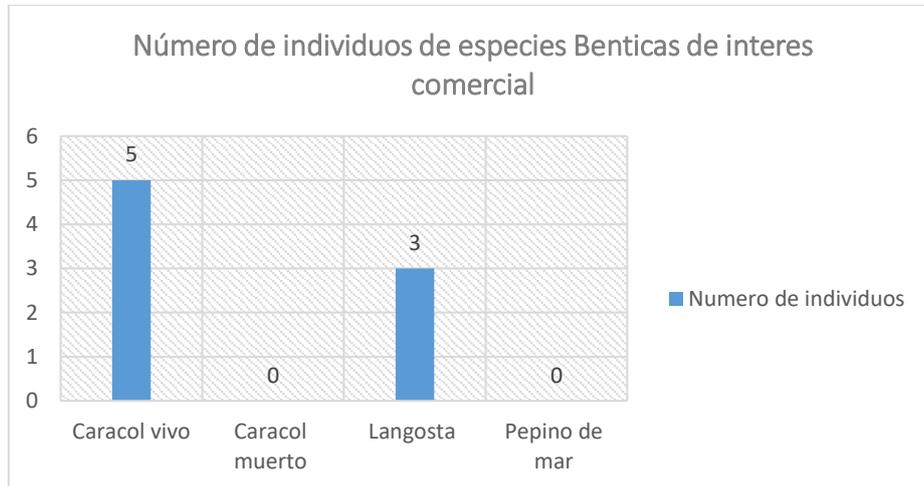


Figura 9: Densidad de langosta (*P. argus*), caracol (*S. gigas*) y pepino de mar (*H. mexicana*) durante el levantamiento de datos

4. Zonas de Recuperación Pesquera Propuesta (ZRP)

Cayo Blanco: Se observaron peces entre 6-20 cm y muy pocos de 30 cm esto vinculado a que la zona es de poca profundidad, sin embargo, el interés de los pescadores artesanales del municipio de Santa Fe para impulsar la declaratoria se basa en la protección del sitio para refugio de peces, así como para el turismo de buceo como alternativa a la pesca.

Bajo Calderón: En los transectos realizados se observaron peces entre 6-30 cm y muy pocos de 40 cm, esta área cuenta con profundidades mayores a los 25 metros. De acuerdo a la información de viabilidad para la declaratoria de ZRP este representa una zona de muy importante, ya que la conectividad de la misma con otras zonas es muy alta.

Banco de las Estrellas: Estrellas no se encontraron ningún individuo de las especies objetivos antes mencionada, ni rastros de su presencia en el pasado (Conchas, etc). Sin embargo, hay evaluaciones previas de diferentes organizaciones que documentan la presencia de caracol reina y pepino de mar en el área.

Recomendaciones específicas para el Banco de las Estrellas:

- ✓ Ampliar el límite marino del área marina del Refugio de Vida Silvestre Laguna de Guaimoreto con la finalidad de proteger mayor hábitat de pradera de pasto marino, hábitat vital para especies de interés comercial y biológico como lo son pepinos de mar, caracol reina, estrellas de mar (*Oreaster reticulatus*), etc.

- ✓ Tomar en consideración el enfoque precautorio en la investigación de las pesquerías de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura (FAO por sus siglas en inglés) para la toma de decisiones de manejo de este banco.
- ✓ Cerrar el acceso (al menos de manera temporal y precautoria) a la visitancia y turismo por parte de las autoridades al Banco de las Estrellas hasta definir técnicamente la capacidad de carga del área mediante un proceso de cambio aceptable de turismo (Impactos a los recursos y/o en la experiencia del visitante).
- ✓ Solicitar apoyo a la academia (CURLA, UNAH) y organizaciones técnicas para apoyar la investigación y monitoreo de este banco.
- ✓ Establecer un programa de monitoreo biológico con al menos 2 visitas anuales para evaluación de los recursos marinos en la pradera de pasto marino con el fin de recopilar información que facilite la toma de decisiones de manejo en el Banco de las Estrellas.
- ✓ Implementar un programa de control y vigilancia multi-sectorial en el área (Autoridades, comunidades, ONG'S).

5. Discusión

A pesar de que este primer levantamiento de datos no proporciona información suficiente para la evaluación en su totalidad de los recursos pesqueros de la zona, este levantamiento nos brinda una ruta crítica para dirigir los esfuerzos de monitoreo y evaluación en la Bahía de Trujillo.

Los datos obtenidos en esta línea base biológica reflejan que muchas de las especies comerciales importantes de la pesca presentan abundancia y biomasa baja, una interpretación inicial, es que existe una alta presión de pesca en la zona y en los bancos evaluados, en donde las especies de niveles alto de la cadena trófica como ser los meros y pargos grandes, ya no sustentan la pesca local, dando a lugar a la captura de otras especies como roncós y barracudas que se encuentran en un nivel trófico bajo (Núñez, 2017).

Una de las implicaciones ecológicas a este cambio en las capturas, es que con una abundancia y biomasa baja en las especies depredadoras se limita la capacidad reproductiva y productiva pesquera de la zona (Box, 2010; Mumby, Flower, Chollett, Box, Bozec, Fitzsimmons, Forster, et al., 2014). Otro indicador importante en la abundancia de damiselas (Pomacentridae) en muchos estudios a resultado que hay una relación inversa entre damiselas y mesodepredadores (Belmaker, Ziv, & Shashar, 2009; Evans, Graham, & Russ, 2003; Mumby et al., 2012).

Considerando que existe una pesca de mesodepredadores (pargos y meros) en la zona y por la sobrepesca de estos depredadores de gran tamaño que suplen el mercado local, da como resultado una biomasa poco representativa en la zona, con un total de 378.35 g/100m² categorizando el recurso en estado crítico según la puntuación del índice de Salud Arrecifal (ISA) (Healthy Reefs for Healthy People, 2015). Por lo anterior, aunque los primeros indicadores de biomasa son bajos y con un nivel crítico en éstas zonas y considerando que existen los hábitats marinos idóneos para la reproducción y refugio de especies comerciales y arrecifales, resulta imperativo y prioritario salvaguardar estos espacios marinos para recuperar las poblaciones silvestres de las especies comerciales y arrecifales con el propósito de aumentar su abundancia, biodiversidad y biomasa y que por el efecto de desborde, éstas especies repoblen las áreas de pesca aledañas a estos sitios críticos de protección.

6. Conclusiones

- Las áreas propuestas de Cayo Blanco y Bajo Calderón y que están propuestos por las comunidades costeras de los municipios de Santa Fe y Trujillo, cumplen con diferentes requisitos biofísicos lo cual indica que es un área factible para una Zona de Recuperación Pesquera (ZRP)
- Los hábitats marinos presentes en las áreas propuestas de Cayo Blanco y Bajo Calderón, son ideales para sitios de agregaciones y crianza de la especie focal que es caracol reina (*Lobatus gigas*), ya que cuenta con un porcentaje adecuado de pastos marinos y arena con algas/rocas, ecosistemas preferidos en las fases larval y juvenil. Las áreas propuestas darán una protección en estas fases y además permitirá una distribución del caracol entre las réplicas.
- El caracol, pepino de mar y langostas comparten los mismos ecosistemas en la fase larvas a juvenil (pastos marinos, manglares, arena con algas/rocas), así que al proteger el hábitat de cualquier de estas especies también se protegería a otras especies de importancia comercial con similar distribución asociada.
- Un aspecto importante a considerar es la iniciativa de los pescadores artesanales de ambos municipios, organizaciones y gobierno local en impulsar medidas de manejo efectivas, como los son las ZRP, esta motivación local ayudará hacer factible la gobernanza en esta área.
- Es prioritario la protección de los espacios y hábitats marinos contenidos en Cayo Blanco y Bajo Calderón para recuperar las poblaciones silvestres de las especies comerciales y arrecifales con el propósito de aumentar su abundancia, biodiversidad y biomasa ya que por el efecto de desborde, éstas especies repoblen las áreas de pesca aledañas a estos sitios críticos de protección

7. Recomendaciones

- Una vez establecidas las áreas ZRP se recomienda realizar un monitoreo ecológico cada tres años en la época con mayor registro de temperatura del agua (verano). Esto ayudaría validar la efectividad de las recuperaciones de las poblaciones de interés comercial y focal
- Adicionalmente a los datos biofísicos y de línea base biológica, es necesario incorporar otras variables para respaldar las propuestas de ZRP: datos de pesquerías de la zona indicar la pérdida de manglar/pastos marinos, reclutamiento de juveniles de diversas especies.
- Realizar un monitoreo ecológico completo en ambas zonas para tener una base de datos comparativa que sirva para la evaluación de la efectividad de las ZRP propuestas.
- Incluir estudios socioeconómicos actuales de las comunidades que serán beneficiadas/afectadas por la declaratoria de ZRP en la zona.
- Se recomienda presentar las áreas propuestas a la asociación de pescadores, organizaciones locales y gobierno local para su consentimiento y determinar los pasos a seguir para lograr un endoso comunitario para la declaratoria de la ZRP.
- Se necesita un plan de manejo pesquero en las áreas de pesca cercanas a las ZRP, en donde incluya un plan de vigilancia en el que participe la comunidad y sean capacitados por

elementos de la Fuerza Naval.

- Establecer un sistema de monitoreo, vigilancia y gestión de la información a través de formularios, base de datos y/o programas como SMART que está teniendo su auge actualmente en la zona.
- Mayor participación, compromiso e involucramiento por parte de las autoridades locales, sociedad y empresa privada.

8. Referencias

- Almada-Villela, P., Sale, P., Gold-Bouchot, G., & Kjerfve, B. (2003). Proyecto para el sistema arrecifal mesoamericano (sam). *Fisheries (Bethesda)*, (501).
- Amante, C., & Eakins, B. (2009). NOAA Technical Memorandum. NOAA, (December 1993). Retrieved from https://scholar.google.de/scholar?q=amante+eakins+2009&btnG=&hl=de&as_sdt=0,5#6
- Aplicaci, P., Mart, B., Mac, D., Mallo, M. C., & Marinas, I. (2013). *Protocolo Para el Monitoreo del Ecosistema de Manglar*.
- Arrecifal, S., & Sam, M. (2015). Principios Biofísicos para el Diseños de Áreas de No Pesca en el Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM).
- Belmaker, J., Ziv, Y., & Shashar, N. (2009). Habitat patchiness and predation modify the distribution of a coral-dwelling damselfish. *Marine Biology*, 156(3), 447–454. <https://doi.org/10.1007/s00227-008-1098-5>
- Béné, C., & Tewfik, A. (2003). Biological evaluation of marine protected area: Evidence of crowding effect on a protected population of Queen Conch in the Caribbean. *Marine Ecology*, 24(1), 45–58. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0485.2003.03782.x>
- Bonilla, S. (2013). Evaluando las preferencias de los pescadores sobre estrategias de manejo utilizando choice-experiments. *Centro de Estudios Marinos*.
- Box, S. J. (2010). Evaluación de Agregaciones Reproductivas, Utila, Islas de la Bahía Reporte Final. *Centro de Estudios Marinos*.
- Canty, S. (2013). Utila Cays Artisanal Fisheries Assessment, (July).
- CEM. (2016). La Ola; Las noticias sobre la pesca, en un solo anzuelo. 3, 1–22.
- CEM. (2016). Producción Mutton Snapper Cayos Utila.
- Chollett I, 2017. Plan for a network of replenishment zones (RZs) in northern Honduras. Smithsonian Institution. Fort Pierce, FL. 35 p.
- Evans, R. D., Graham, N. A. J., & Russ, G. R. (2003). The effects of marine reserve protection on the trophic relationships of reef fishes on the Great Barrier Reef. *Environmental Conservation*, 30(2), 200–208. <https://doi.org/10.1017/S0376892903000195>
- Froese, R., Thorson, J. T., Analysis, F. R., Division, M., Fisheries, N., Marine, N., ... Hall, G. S. K.

- (n.d.). A Bayesian approach for estimating length-weight relationships in fishes, 1–23.
- Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*.
- Green, A. L., Fernandes, L., Almany, G., Abesamis, R., McLeod, E., Aliño, P. M., ... Pressey, R. L. (2014). Designing Marine Reserves for Fisheries Management, Biodiversity Conservation, and Climate Change Adaptation. *Coastal Management*, 42(February), 143–159. <https://doi.org/10.1080/08920753.2014.877763>
- Healthy Reefs for Healthy People. (2015). Mesoamerican reef and evaluation of ecosystem health, 31. Retrieved from <http://www.healthyreefs.org/cms/wp-content/uploads/2015/05/MAR-EN-small.pdf>
- Hill, J., & Wilkinson, C. (2004). Methods for ecological monitoring of coral reefs. *Australian Institute of Marine Science, Townsville*, 117. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jaxion-Harm, J. C. (2010). The Relationship between Coral-reef Fish (Larvae, Juveniles, and Adults) and Mangroves: a case study in Honduras. *Thesis*. Retrieved from [http://www.opwall.com/Library/Opwall library pdfs/PhDs/Jessica Jaxion-Harm's thesis - Bodlain etc.pdf](http://www.opwall.com/Library/Opwall%20library%20pdfs/PhDs/Jessica%20Jaxion-Harm%27s%20thesis%20-%20Bodlain%20etc.pdf)
- Lang, J. C., Marks, K. W., Kramer, P. R., Kramer, P. A., & Ginsburg, R. N. (2012). Protocolos Agrra Versión 5.5, 1–44.
- Mumby, P. J., Flower, J., Chollett, I., Box, S. J., Bozec, Y., Fitzsimmons, C., ... Visser, P. M. (2014). Towards reef resilience and sustainable livelihoods: a handbook for Caribbean coral reef managers.
- Mumby, P. J., Flower, J., Chollett, I., Box, S. J., Bozec, Y., Fitzsimmons, C., ... Williams, S. M. (2014). Monitoreo de arrecifes para el manejo. *Hacia La Resiliencia Del Arrecife Y Medios de Vida Sustentables: Un Manual Para Los Administradores de Arrecifes de Coral Del Caribe Hacia*, 143–161. Retrieved from www.force-project.eu
- Mumby, P. J., Steneck, R. S., Edwards, A. J., Ferrari, R., Coleman, R., Harborne, A. R., & Gibson, J. P. (2012). Fishing down a Caribbean food web relaxes trophic cascades. *Marine Ecology Progress Series*, 445, 13–24. <https://doi.org/10.3354/meps09450>
- Núñez-Lara, E., & Arias-González, J. E. (1998). Composición, Biomasa y Estructura Trófica de la Comunidad de Peces Arrecifales en Tres Áreas del Sur del Caribe Mexicano. *Proceedings of 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*.
- Núñez, M. (2013). Estudio de la Cadena de Mercado del Consumo Nacional de Caracol Reina (*Strombus gigas*) en Honduras.
- Núñez, M. (2017). Línea Base Biológica para el área de recuperación pesquera French Cay, Roatán. Honduras.
- Núñez, M. (2017). Línea Base Biológica para Zonas de recuperación Pesquera, Utila, Islas de la

Bahía, Honduras.

- Purkis L. (2016). Summary report of satellite mapping of morphological and benthic habitats for the Honduran North Shore. *Smithsonian Institution*, (November), 1–6.
- Rosario, S. D. E. L., colombiano, C., Gómez-campo, K., & Rueda, M. (2010). Distribución Espacial, Abundancia y relación con Características del Hábitat del Caracol Pala *Eustrombus Gigas* (Linnaeus) (Mollusca:Strombidae) en el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario, Caribe Colombiano, 39(1059), 137 -159.
- Tewfik, A., Guzmán, H. M., & Jácome, G. (n.d.). Assessment of the Queen conch *Strombus gigas* (Gastropoda : Strombidae) Population in Cayos Cochinos , Honduras *.
- Universidad Nacional de la Plata. (2016). Estimación De La Diversidad Específica, 12. <https://doi.org/10.1038/163688a0>
- USAID/CEM. (2011). La Explotación y Conservación del Caracol Gigante (*Strombus gigas*) en el Golfo de Honduras e Islas de la Bahía.
- Zitello, A. G., Bauer, L. J., Battista, T. A., Mueller, P. W., Kendall, M. S., & E, M. M. (2009). Shallow-Water Benthic Habitats of St John, U.S. Virgin Islands. *NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 96*, 53.

Anexos

Anexo I. Posición geográfica en UTM 16 N/ WGS 84 de los puntos en la Bahía de Trujillo para el levantamiento de línea base biológica.

Sector	Cod	Date	Latitud	Longitud	Zona
Banco Calderón	1	2019-4-05	-86.0855	16.0436	Arrecife agregado con algas
	2	2019-4-05	-86.0529	16.038	Arrecife agregado con algas
	3	2019-4-05	-86.03	16.0378	Arrecife agregado con algas
	4	2019-4-05	-86.0227	16.0281	Arrecife agregado con algas
	5	2019-4-05	-86.0428	16.0149	Arrecife agregado con algas
	6	2019-4-05	-86.0663	16.0183	Arrecife agregado con algas
Banco de las Estrellas	7	2019-5-05	-86.0024	16.0161	Arrecife/pasto marinos
	8	2019-5-05	-85.9883	16.0079	Arrecife/pasto marinos
	9	2019-5-05	-85.962	16.00063	Arrecife/pasto

					marinos
	10	2019-5-05	-85.9356	16.0062	Arrecife/pasto marinos
	11	2019-5-05	-85.9289	15.9906	Arrecife/pasto marinos
Cayo Blanco	12	2019-3-05	498725	1776477.1	Arrecife agregado/lodo
	13	2019-3-05	501483	1777018	Arena con algas
	14	2019-3-05	502034	1776583	Arena con algas
	15	2019-3-05	503025	1776858	Arrecife agregado con algas
	16	2019-3-05	502375	1776154	Arrecife agregado con algas
	17	2019-3-05	502010	1775513.9	Lodo

Anexo II. Lista de familias observadas en el levantamiento de línea base biológica en la Bahía de Trujillo.

Familia/especies		Cayo Blanco	Bajo Calderón	Total
		Numero	Numero	
Peces Ángel	Pomacanthidae	0	7	7
Peces Mariposas	Chaetodontidae	0	14	14
Damiselas	Pomacentridae	19	5	24
Roncos	Haemulidae	7	15	22
Jureles	Carangidae	0	11	11
Peces Loros	Scaridae	18	22	40
Meros	Serranidae	1	1	2
Peces Cirujanos	Acanthuridae	51	75	126
Labridos	Labridae	9	7	16
Peces globo	Tetraodontidae	3	0	3
Total Individuos		108	157	265