



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO

Costos y beneficios por la restauración del manglar: estudio de caso en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, departamento de Atlántida, Honduras

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de

***MAGISTER SCIENTIAE* en**

Economía, Desarrollo y Cambio Climático

Héctor Rolando Rojas Villeda

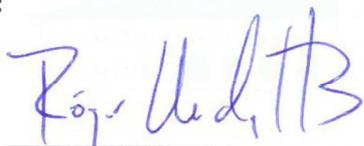
Turrialba, Costa Rica

2017

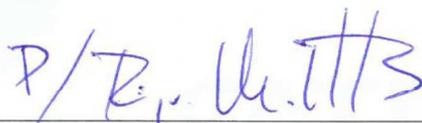
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y el Programa de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO Y CAMBIO CLIMÁTICO

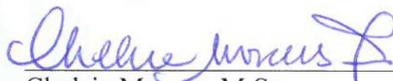
FIRMANTES:



Róger Madrigal, Ph.D.
Director de tesis



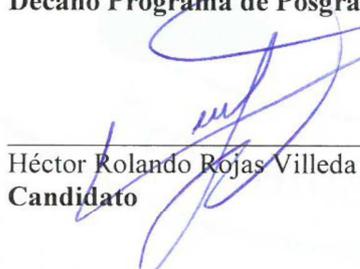
Bernal Herrera, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Chelsia Moraes, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Mario A. Piedra Marín, Ph.D.
Decano Programa de Posgrado



Héctor Rolando Rojas Villeda
Candidato

Dedicatoria

A Dios y a mi familia por todo el apoyo brindado durante este proceso de posgrado.

Agradecimientos

Gracias a Dios por haberme presentado una nueva oportunidad de superación personal y profesional en mi vida.

Agradecimiento al Proyecto Marino Costero-MiAmbiente por toda la colaboración y el apoyo incondicional brindado durante mi proceso de maestría.

A mi comité consejero: Róger Madrigal, Bernal Herrera y Chelsia Moraes por su paciencia, consejos, tiempo de calidad y colaboración durante mi etapa de investigación y redacción de tesis.

Gracias al Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF) por apoyarme en mi decisión de continuar mis estudios de posgrado y durante mi etapa de investigación.

Muchas gracias a los amigos que estuvieron conmigo y que compartieron momentos agradables, haciendo más placentera mi estancia en Costa Rica.

Tabla de Contenido

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
LISTA DE ACRÓNIMOS, ABREVIATURAS Y UNIDADES	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. SÍNTESIS GENERAL DE LA TESIS	1
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. IMPORTANCIA DEL TEMA	3
4. JUSTIFICACIÓN	4
5. OBJETIVOS	4
5.1. Objetivo general	4
5.2. Objetivos específicos	4
6. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
II. ARTÍCULO CIENTÍFICO	6
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA	9
2.1. Descripción y distribución del manglar	9
2.2. Restauración del manglar	10
2.3. Factores determinantes en la supervivencia del manglar	12
2.4. Beneficios del manglar	12
2.5 Valoración económica	13
3. METODOLOGÍA	15
3.1. Descripción del área de estudio	15
3.2. Identificación de las principales características socioeconómicas de las comunidades en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	16
3.2.1. Selección de la muestra	16
3.2.2. Selección de los hogares	17
3.2.3. Aplicación de las encuestas	17
3.2.4. Análisis de datos	17
3.3. Estimación de los costos de la restauración del bosque de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	17
3.4. Identificar los beneficios potenciales de la restauración del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	19
3.4.1. Carbono	20
3.4.2. Protección costera	20
3.4.3. Turismo	21
3.4.4. Pesca	21
4. RESULTADOS	22
4.1. Identificación de las principales características socioeconómicas de las comunidades en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	22
4.2. Estimación de los costos de la restauración del bosque de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	23
4.3. Identificar los beneficios potenciales de la restauración del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado	25
4.3.1 Carbono	25
4.3.2. Pesca	26
4.3.3. Protección costera ante eventos climáticos extremos	26
4.3.4. Turismo	26

5. DISCUSIÓN.....	28
6. CONCLUSIONES.....	30
7. LITERATURA CITADA.....	30
8. ANEXOS.....	36
Anexo 1. Encuesta aplicada en el área de estudio del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.....	36
Anexo 2. Cuadro de costos de herramientas y materiales para establecer el vivero, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras	41
Anexo 3. Información socioeconómica de las comunidades en estudio del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras	41
Anexo 4. Combustible para cocina en el	41
Anexo 5 Fuente de ingreso de las familias del	42
Anexo 6. Acceso de la población a centro de salud, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.....	42
Anexo 7. Cuadro de ingresos promedios mensuales de las familias del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.....	42
Anexo 8. Cuadro de personas por vivienda con empleo en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.....	43
Anexo 9. Cuadro de hombres por vivienda en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras	43
Anexo 10. Cuadro de mujeres por vivienda en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras	43

Índice de cuadros

Cuadro 1. Objetivos y preguntas de investigación.....	5
Cuadro 2 Bienes y servicios provistos por los manglares.....	13
Cuadro 3. Área terrestre del refugio de vida silvestre barras de cuero y salado por municipio, atlántida, honduras.....	16
Cuadro 4. Comunidades seleccionadas como área de estudio dentro del refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras	16
Cuadro 5. Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de manglares comúnmente encontrados en américa	20
Cuadro 6. Resumen de la población encuestada en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras	22
Cuadro 7. Costos (us\$/ha) por la restauración del manglar según los tres escenarios propuestos en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras.....	23
Cuadro 8 Costos totales por las restauración de las 169 ha de manglar en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras	24
Cuadro 9. Cantidad de biomasa (kg) por árbol según el componente del manglar en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras	25
Cuadro 10. Estimación del almacenamiento de carbono por hectárea en el ap en el refugio de vida silvestre barras de cuero y salado, atlántida, honduras	25

Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación de las comunidades seleccionadas para el estudio	15
---	----

Lista de acrónimos, abreviaturas y unidades

AP: Área protegida

APROCUS: Asociación de Pescadores de La Rosita, Cuero y Salado

C: Carbono

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CC: Cambio climático

CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático

CO₂: Dióxido de carbono

CR: Costo de reposición

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

FBC: Falls Brooke Centre

FUCSA: Fundación Cuero y Salado

GEI: Gases de efecto de invernadero

Ha: Hectárea

ICF: Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre

Km²: Kilómetro cuadrado

MiAmbiente: Ministerio de Ambiente de Honduras

NAMAs: Acciones de Mitigación Apropriadas Nacionales

OE: Objetivo específico

PEID: Pequeños Estados Insulares en Desarrollo

PNBJK: Parque Nacional Blanca Jeannette Kawas

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente

RVSBCS: Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

Resumen

En el presente documento de tesis se muestran resultados de una investigación llevada a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, departamento de Atlántida, Honduras. El objetivo central de la investigación fue conocer los costos y los beneficios potenciales de llevar a cabo un proceso de restauración de manglar de 169 hectáreas. Los costos por la restauración del manglar se estimaron en tres escenarios: i) restauración a través del establecimiento de vivero, ii) restauración por medio de la siembra directa y iii) restauración natural con apertura de canales. En la investigación se identificaron los costos por la restauración a través del método de costo de reposición (CR), obteniéndose los siguientes resultados para la restauración del manglar en el AP: escenario i) US\$270 862,16; para el escenario ii) US\$239 653,83 y para el escenario iii) US\$159 432,91. Por otra parte, los beneficios potenciales del ecosistema de manglar identificados a través de las encuestas aplicadas a siete comunidades del área protegida fueron la protección costera ante eventos climáticos extremos, la pesca y el turismo. Adicionalmente, para este estudio se consideró el almacenamiento de carbono debido al gran aporte global que cumplen los manglares.

Palabras clave: Valoración económica, restauración, manglar, beneficios, costos, área protegida.

Abstract

This document shows results of a research carried out at the Barras de Cuero y Salado Wildlife Refuge in the department of Atlántida, Honduras. The main objective of the research was to know the costs and potential benefits of a 169-hectare mangrove restoration process. Mangrove restoration costs were estimated through three scenarios: i) restoration through nursery establishment, ii) restoration through direct sowing, and iii) natural restoration with opening of canals. The research identified costs for restoration through the Cost of Replacement (CR) method; obtaining the following results for the restoration of 169 ha of mangrove in the PA: for the scenario i) US\$270,862.16; for the scenario ii) US\$239,653.83 and for scenario iii) US\$ 159,432.91. The potential benefits of the mangrove ecosystem identified through the surveys applied to seven communities in the protected area were coastal protection against extreme weather events, fishing and tourism. Additionally, for this study carbon storage was considered due to the large global contribution that mangroves fulfill.

Key words: Economic valuation, restoration, mangrove, benefits, costs, protected area.

I. Síntesis general de la tesis

1. Introducción

Los manglares brindan una variedad de servicios ecosistémicos referente a protección, desarrollo y provisión de alimentos (D’Croze y Kwiecinski 1980; Calderón *et ál.* 2009; Alexandris *et ál.* 2014), además de un gran aporte en la mitigación de gases de efecto de invernadero por medio del almacenamiento de carbono (Cáliz *et ál.* 2002; Bhomia 2016). Al desconocerse la importancia y la magnitud de sus beneficios, estos sufren cambios de uso de suelo producto del avance de la frontera agrícola (Olson *et ál.* 1996), perdiéndose de esta manera grandes extensiones del ecosistema a nivel mundial (FAO 2010) y poniendo en riesgo el bienestar de las generaciones presentes y futuras (Yáñez-Arancibia *et ál.* 1998; Flores-Verdugo *et ál.* 2005). Las áreas de manglar que son degradadas disminuyen notablemente la calidad de vida de sus pobladores, ya que se ve afectada la presencia de peces, la cual generalmente es parte muy importante de su dieta alimenticia. Incluso pueden tener pérdidas en sus viviendas a causa de eventos climáticos extremos, al no haber una franja de protección, la cual los manglares suelen cumplir eficazmente.

Los niveles de deforestación de los manglares a nivel mundial son constantes, por consiguiente resultan difíciles de estimar con precisión. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2010), estimó una tasa de deforestación anual de 2,16% para Honduras. Entre 1980 y 2005, se perdió más del 20% del área total de los manglares a nivel mundial y 35 000 km² de manglares fueron despejados y drenados (Crooks *et ál.* 2011). El Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado (RVSBCS), ubicado en la costa atlántica de Honduras, es un claro ejemplo de los diferentes sitios a nivel nacional que han sufrido degradación del manglar a causa de actividades como la agricultura, ganadería y la introducción de la palma africana (Martínez 2011). Datos históricos reflejan que en el AP se tenía una cobertura de manglar de 194 ha (Carrasco *et ál.* 2013) actualmente se reportan únicamente 25 ha (Martínez 2011), reflejándose una pérdida de 169 ha.

Algunos países y agencias a nivel internacional como el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y algunas agencias no gubernamentales han llevado a cabo programas de restauración para intentar revertir las acciones emprendidas en contra de los ecosistemas de manglar e intentar garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos proporcionados (Valdez-Hernández 2002). Los costos por la restauración se han estimado en US\$3000 promedio por hectárea (Calderón *et ál.* 2009); los cuales pueden fácilmente ser superados en cuanto a los beneficios obtenidos posterior a un proceso de restauración. La restauración de áreas degradadas puede estar enfocada específicamente en la provisión de alimentos por medio de peces, crustáceos y moluscos (Field 1996; Sánchez-Páez *et ál.* 2000), lo cual además de ser compatible con el ambiente, es parte del sustento diario de muchas poblaciones vecinas de los ecosistemas de manglar. Algunos países conscientes de la importancia de los manglares, han llevado a cabo restauraciones con la finalidad de dar protección a sus costas de los efectos que pueden causar eventos climáticos extremos (Siddiqi y Khan 1996).

La estimación de costos por la restauración, así como la identificación de los beneficios potenciales posteriores, es un punto de partida importante en la toma de decisiones sobre llevar a cabo o no dicho proceso; el cual también dependerá de la finalidad para la cual se desee restaurar. La recuperación de

áreas de manglar proporcionan de múltiples beneficios a los pobladores vecinos de los humedales (D’Croz y Kwiecinski 1980).

Las acciones dirigidas a la conservación y restauración de humedales necesitan un gran involucramiento a nivel nacional (Bolívar 2014). Honduras como país miembro de la Convención RAMSAR está comprometido a mantener las características ecológicas de sus humedales y hacer una planificación del uso de una manera sostenible (RAMSAR 1971). Además, es firmante de varios convenios dirigidos a la lucha contra el cambio climático; es signatario del Protocolo de Kyoto, ratificado bajo decreto 37-2000 en el 2000; junto a otros 154 países firmó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC por sus siglas en inglés), ratificándolo a través de decreto No. 26-95 en 1995 (DNCC 2015). De esta manera Honduras está enmarcado en políticas dirigidas a la mitigación de gases de efecto de invernadero, en donde los manglares, como grandes sumideros, cumplen una función determinante; además es uno de los ecosistemas que mejor protección brinda a las costas contra las olas, vientos, riesgos de inundaciones y en la estabilización de los suelos (Alexandris *et ál.* 2014).

La presente investigación se llevó a cabo en el RVSBCS, ubicado en el departamento de Atlántida, en la costa norte de Honduras. Este refugio cuenta actualmente con poca presencia de manglar, el cual es amenazado debido a las constantes actividades que provocan el avance de la frontera agrícola (Martínez 2011).

El estudio estima los costos de la restauración del manglar e identifica los beneficios potenciales para el AP, los cuales permiten sugerir si es recomendable la restauración, en el caso de que los beneficios provistos compensen la inversión de los costos.

2. Antecedentes

Las comunidades del AP en estudio, cuentan con organizaciones de mujeres artesanas, asociación de pescadores, grupo de artesanos, juntas de agua potable, patronatos, comité de turismo y comité ambientalista (Martínez 2011). Entre las principales actividades económicas que realizan los pobladores del RVSBCS están la pesca, el turismo, la ganadería y la agricultura; los principales cultivos agrícolas son el maíz y el frijol. La ganadería y la agricultura han causado un avance de la frontera agrícola en búsqueda de nuevas parcelas para estas actividades productivas, lo cual ha sido uno de los factores de la degradación de los recursos, incluyendo el manglar (Martínez 2011). El AP contaba con una cobertura de manglar de 194 ha (Carrasco *et ál.* 2013), pero debido a la degradación que ha sufrido la zona de estudio, actualmente solo se reportan 25 ha aproximadamente (Martínez 2011).

En Honduras, no son muchos los casos de restauración de manglar documentados; entre ellos podemos mencionar ejemplos de restauración en el Golfo de Fonseca, localizado en el océano Pacífico, entre los países de Honduras, El Salvador y Nicaragua. En la Bahía Chismuyo, Bahía de San Lorenzo, Las Iguanas y Los Delgaditos, se llevó a cabo un proceso de restauración de 283 ha, con un costo de Lps.69 370 (US\$ 2,951.91). Cabe destacar que durante este proceso solo se detallaron costos por concepto de combustibles y otros costos menores; la comunidad trabajó a cambio de alimento como incentivo y a una comunidad participante se le reconoció un pequeño aporte monetario. Esta restauración se llevó a cabo en 1999, con el apoyo de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT)

y la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (actualmente Instituto de Conservación Forestal), en el marco del Proyecto PROMANGLE; contó con la participación de 410 personas. En total se plantaron 4444 propágulos/ha a un espaciamiento promedio de 1,5 m. Específicamente, los beneficios de implementación de la reforestación fueron alimento, madera, capacitación, la recuperación de áreas degradadas de mangle, contribución a la reducción de vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos, mantener el hábitat de especies y generación de empleos temporales para las comunidades de la zona (Canales 2012).

Falls Brooke Centre (FBC) también ha jugado un papel importante en años recientes en la restauración de manglares en Honduras. FBC ha trabajado en la restauración de 26 sitios, utilizando más de 26 000 plántulas producidas en comunidades con mano de obra local; se han reforestado más de 40 ha y restaurado más de 2050 metros a orillas de ríos. Las áreas de restauración de FBC se ubican en el Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado y en el Parque Nacional Nombre de Dios, ubicadas en el departamento de Atlántida (FBC 2015).

El RVSBCS, cuenta actualmente con muy poca presencia de manglar (ICF 2013). Esta AP también se ve afectada por la visitación, ya que los senderos acuáticos del manglar es uno de los principales atractivos del área. Debido a la degradación, este ecosistema es uno de los objetos de conservación del AP (Martínez 2011). Los principales actores en la toma de decisiones en el sitio, además de la importante opinión de las comunidades, son los tres comanejadores del área protegida: el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF), la Fundación Cuero y Salado (FUCSA) y las municipalidades de Esparta, La Masica, San Francisco y El Porvenir, quienes son las autoridades en relación a las acciones que se pueden realizar en el AP, según acciones establecidas por ley.

La valoración económica de la restauración del manglar es requisito fundamental del proyecto marino costero que actualmente se está ejecutando en Honduras, en la costa norte e Islas de la Bahía, con la intención de una vez conocidos los costos, tomarlos en consideración para el proceso de restauración del manglar.

3. Importancia del tema

La presente investigación se llevó a cabo en RVSBCS. En esta AP, con el paso de los años, la cobertura del manglar ha disminuido a causa de varias actividades no permitidas realizadas por parte de algunas comunidades del AP. Una alternativa para la recuperación de área es la restauración a través de la reforestación. Tomando en cuenta que el AP es un sitio RAMSAR, declarado como tal por la importancia de sus humedales (RAMSAR 2015), su restauración permitirá a la comunidad obtener beneficios como la visitación al AP, generación de empleo y protección de recursos, entre otros. Pero este proceso dependerá de los costos que conlleva.

Cabe destacar que en el AP se puede observar el manatí (*Trichechus manatus*) muy cerca de la línea costera (Martínez 2011). Esta especie, junto con el manglar, son dos de los principales objetos de conservación del AP (Martínez 2011; Carrasco *et ál.* 2013). Actualmente esta especie se encuentra fuertemente amenazada por cazadores y ha disminuido su población drásticamente en el área protegida;

su presencia se da, principalmente, en sector conocido como Boca Cerrada, la cual muestra baja presencia de manglar. Esta comunidad es una de las zonas de esta investigación. .

4. Justificación

La valoración económica de los servicios ecosistémicos del manglar permite darle un valor a cada uno de los beneficios (Machín y Casas 2006) que recibe la población del área de estudio; el conocer estos valores facilita la toma de decisiones en relación a las inversiones para realizar un proceso de restauración.

Presentar diversas alternativas para llevar a cabo la restauración del manglar, permite, en primer lugar, adaptarse económicamente a las opciones propuestas y evaluar los posibles resultados de la restauración para cada alternativa propuesta.

La restauración del manglar, además de recuperar áreas degradadas, permite que los pobladores gocen de los servicios ecosistémicos brindados a nivel general (D’Croz y Kwiecinski 1980); posteriormente se valora económicamente estos servicios para un sitio en específico (Flores-Marín 2017).

En el RVSBCS no se han llevado a cabo estudios sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos brindados por el manglar; por tal razón, esta investigación provee información referente a los beneficios ecosistémicos potenciales que reciben las comunidades vecinas del AP y aclara los vacíos de información de costos y beneficios.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Evaluar desde una perspectiva socioeconómica la restauración del bosque de manglar en las comunidades del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.

5.2. Objetivos específicos

1. Identificar la relación y los beneficios *in situ* provistos por el manglar a los hogares vecinos al Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.
2. Estimar los costos de la restauración del bosque de manglar del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado a través de tres diferentes escenarios.
3. Identificar los beneficios potenciales de la restauración del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.

6. Preguntas de investigación

En el Cuadro 1 se indican las preguntas de la investigación por cada uno de los objetivos específicos.

Cuadro 1. Objetivos y preguntas de investigación

Objetivos específicos	Preguntas de investigación
Identificar la relación y los beneficios <i>in situ</i> provistos por el manglar a los hogares vecinos al Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.	¿Cuál es la relación entre los beneficios provistos por el manglar con respecto a los hogares vecinos del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado?
Estimar los costos de la restauración del bosque del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado a través de tres diferentes escenarios.	¿Cuáles son los costos de la restauración del bosque de manglar mediante el establecimiento del vivero, siembra directa y restauración natural con apertura de canales?
Identificar los beneficios potenciales por la restauración el manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.	¿Cuáles son los beneficios potenciales identificados por la restauración y el manejo sostenible en el contexto local del bosque de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado?

II. Artículo científico

Costos y beneficios de la restauración del manglar: estudio de caso en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, departamento de Atlántida, Honduras

Héctor Rolando Rojas Villeda

Escuela de Posgrado CATIE

Resumen

En el presente artículo se muestran los resultados de una investigación llevada a cabo en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, departamento de Atlántida, Honduras. El objetivo central de la investigación fue conocer los costos y beneficios potenciales de llevar a cabo un proceso de restauración de manglar de 169 hectáreas. Los costos por la restauración del manglar se estimaron en tres escenarios: i) restauración a través del establecimiento de un vivero; ii) restauración por medio de siembra directa y, iii) restauración natural con apertura de canales. Se identificaron los costos por la restauración a través del método de Costo de Reposición (CR), obteniéndose los siguientes resultados: para el escenario i) US\$270 862,16; para el escenario ii) US\$239 653,83 y para el escenario iii) US\$159 432,91. Por otra parte, los beneficios potenciales del ecosistema de manglar, identificados a través de encuestas aplicadas a siete comunidades del área protegida, fueron la protección costera ante eventos climáticos extremos, la pesca y el turismo. Adicionalmente, para este estudio se consideró el almacenamiento de carbono debido al gran aporte global que cumplen los manglares.

Palabras clave: Valoración económica, restauración, manglar, beneficios, costos, área protegida.

Abstract

This article shows results of a research carried out at the Barras de Cuero y Salado Wildlife Refuge in the department of Atlántida, Honduras. The main objective of the research was to know the costs and potential benefits of a 169-hectare mangrove restoration process. Mangrove restoration costs were estimated through three proposed scenarios: i) restoration through nursery establishment, ii) restoration through direct sowing, and iii) natural restoration with opening of canals. The research identified costs for restoration through the Cost of Replacement (CR) method; obtaining the following results for the restoration of 169 ha of mangrove in the PA: for the scenario i) US\$270,862.16; for the scenario ii) US\$239,653.83 and for scenario iii) US\$159,432.91. The potential benefits of the mangrove ecosystem identified through the surveys applied to seven communities in the protected area were coastal protection against extreme weather events, fishing and tourism. Additionally, for this study carbon storage was considered due to the large global contribution that mangroves fulfill.

Key words: Economic valuation, restoration, mangrove, benefits, costs, protected area.

1. Introducción

Los manglares brindan una variedad de servicios ecosistémicos referente a protección, desarrollo y provisión de alimentos (D’Croz y Kwiecinski 1980; Calderón *et ál.* 2009; Alexandris *et ál.* 2014) además de un gran aporte en la mitigación de gases de efecto de invernadero por medio del almacenamiento de carbono (Cáliz *et ál.* 2002; Bhomia 2016). Al desconocerse la importancia y la magnitud de sus beneficios, estos sufren cambios de uso de suelo producto del avance de la frontera agrícola (Olson *et ál.* 1996) perdiéndose de esta manera grandes extensiones del ecosistema a nivel mundial (FAO 2010) y poniendo en riesgo el bienestar de las generaciones presentes y futuras (Yáñez-Arancibia *et ál.* 1998; Flores-Verdugo *et ál.* 2005). Las áreas de manglar que son degradadas disminuyen notablemente la calidad de vida de sus pobladores, ya que se ve afectada la presencia de peces, la cual generalmente es parte muy importante de su dieta alimenticia. Incluso pueden tener pérdidas en sus viviendas a causa de eventos climáticos extremos, al no haber una franja de protección, la cual los manglares suelen cumplir eficazmente.

Los niveles de deforestación de los manglares a nivel mundial son constantes, por consiguiente resultan difíciles de estimar con precisión. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2010) estimó una tasa de deforestación anual de 2.16% para Honduras. Entre 1980 y 2005, se perdió más del 20% del área total de los manglares a nivel mundial y 35.000 km² de manglares fueron despejados y drenados (Crooks *et ál.* 2011). El Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado (RVSBCS), ubicado en la costa atlántica de Honduras, es un claro ejemplo de los diferentes sitios a nivel nacional que han sufrido degradación del manglar a causa de actividades como la agricultura, ganadería y la introducción de la palma africana (Martínez 2011). Datos históricos reflejan que en el AP se tenía una cobertura de manglar de 194 ha (Carrasco *et ál.* 2013) actualmente se reportan únicamente 25 ha (Martínez 2011), reflejándose una pérdida de 169 ha.

Algunos países y agencias a nivel internacional como el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) y algunas agencias no gubernamentales han llevado a cabo programas de restauración para intentar revertir las acciones emprendidas en contra de los ecosistemas de manglar e intentar garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos proporcionados (Valdez-Hernández 2002). Los costos por la restauración se han estimado en US\$3 000 promedio por hectárea (Calderón *et ál.* 2009); los cuales pueden fácilmente ser superados en cuanto a los beneficios obtenidos posterior a un proceso de restauración. La restauración de áreas degradadas puede estar enfocada específicamente en la provisión de alimentos por medio de peces, crustáceos y moluscos (Field 1996; Sánchez-Páez *et ál.* 2000), lo cual además de ser compatible con el ambiente, es parte del sustento diario de muchas poblaciones vecinas de los ecosistemas de manglar. Algunos países conscientes de la importancia de los manglares, han llevado a cabo restauraciones con la finalidad de dar protección a sus costas de los efectos que pueden causar eventos climáticos extremos (Siddiqi y Khan 1996).

La estimación de costos por la restauración, así como la identificación de los beneficios potenciales posteriores, es un punto de partida importante en la toma de decisiones sobre llevar a cabo o no dicho proceso; el cual también dependerá de la finalidad para la cual se desee restaurar. La recuperación de

áreas de manglar proporcionan de múltiples beneficios a los pobladores vecinos de los humedales (D’Croz y Kwiecinski 1980).

Las acciones dirigidas a la conservación y restauración de humedales necesitan un gran involucramiento a nivel nacional (Bolívar 2014). Honduras como país miembro de la Convención RAMSAR está comprometido a mantener las características ecológicas de sus humedales y hacer una planificación del uso de una manera sostenible (RAMSAR 1971). Además, es firmante de varios convenios dirigidos a la lucha contra el cambio climático: es signatario del Protocolo de Kyoto, ratificado bajo decreto 37-2000 en el 2000; junto a otros 154 países firmó el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC o UNFCCC por sus siglas en inglés), ratificándolo a través de decreto No. 26-95 en 1995 (DNCC 2015). De esta manera Honduras está enmarcado en políticas dirigidas a la mitigación de gases de efecto de invernadero, en donde los manglares, como grandes sumideros, cumplen una función determinante; además es uno de los ecosistemas que mejor protección brinda a las costas contra las olas, vientos, riesgos de inundaciones y en la estabilización de los suelos (Alexandris *et ál.* 2014).

La presente investigación se llevó a cabo en el RVSBCS, ubicado en el departamento de Atlántida, en la costa norte de Honduras. Este refugio cuenta actualmente con poca presencia de manglar, el cual es amenazado debido a las constantes actividades que provocan el avance de la frontera agrícola (Martínez 2011).

El estudio estima los costos de la restauración del manglar e identifica los beneficios potenciales para el AP, los cuales permiten sugerir si es recomendable la restauración, en el caso de que los beneficios provistos compensen la inversión de los costos.

2. Revisión de literatura

2.1. Descripción y distribución del manglar

Los manglares corresponden al ecosistema que está representado por aquellos árboles o arbustos que se desarrollan en las regiones tropicales y subtropicales (Rzedowski 2006), generalmente se encuentran cubiertos por aguas marinas o salobres, con muy poca presencia de oleaje, ocupando desde una delgada franja no necesariamente continua, hasta un bosque muy denso de cientos de hectáreas (Flores-Verdugo *et ál.* 2003).

En Honduras el manglar se encuentra presente tanto en la costa atlántica como en el pacífico (ICF 2013). Las especies de manglar que podemos encontrar son: *Avicennia bicolor*, *A. germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* (FAO 2015). Martínez (2011), en el plan de manejo vigente del AP, indica que el manglar del RVSBCS está dominado por *R. mangle* (mangle rojo), con alguna presencia menor de *A. germinans* (mangle negro). Esta AP cuenta con 25 ha de manglar aproximadamente, la mayor presencia se encuentra en las comunidades de Boca Cerrada y Salado Barra (ICF 2014), de manera segmentada en fajas de 5 a 30 metros; las zonas mejor conservadas se encuentran cercanas a las comunidades de Salado Barra y Thompson (Carrasco *et ál.* 2013). El resto del manglar se encuentra disperso a lo largo de la franja costera en proceso de recuperación, debido al trabajo de Falls Brooke Centre en coordinación con la Fundación Cuero y Salado, además del involucramiento

comunitario¹. En las áreas de manglar dentro del AP se encuentran otras especies asociadas, como los helechos *Acrostichum aureum*, *Blechnum* sp., y otras especies como *Bactris* sp., *Coccoloba* sp., *Desmoncus orthacanthos*, *Mendoricia retusa* y *Pachira aquatica* (Martínez 2011).

Las principales causas de la pérdida del manglar en el RVSBCS se deben al avance de la frontera agrícola y a la ganadería (Martínez 2011). En el sitio de estudio la pesca es uno de los principales medios de subsistencia; las especies extraídas son dependientes del manglar, entre ellas están el róbalo (*Centropomus undecimalis*), curvina (*Cynoscion arenarius*), barracuda (*Sphyreana barracuda*), machaca (*Vieja maculicauda*), culila (*Caranx crysos*) y dormilón (*Gobiomorus dormitor*) (López 2008).

A nivel mundial existen aproximadamente 15 millones de hectáreas de manglares de los cuales, cerca del 15 por ciento (2,2 millones de ha) se encuentran en los Pequeños Estados Insulares en Desarrollo (PEID) (FAO 2015). Más del 70% del área total del manglar en Latinoamérica se encuentran en las costas del Atlántico (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1994).

La distribución de los manglares en América se extiende desde el sur de los Estados Unidos hasta la parte sur del territorio brasileño, encontrándose la mayor extensión en los países de Brasil, México, Cuba y Colombia. La costa del Pacífico posee cerca de 1,16 millones de hectáreas, correspondiente al 28,5% de toda la cobertura de manglar de América; la costa del Atlántico posee 2,14 millones de ha aproximadamente (52,8%) y el Caribe 0,76 millones (18,7%). Tomando en consideración estos porcentajes, la superficie cubierta por mangle en América representa el 28,6% del manglar a nivel mundial (Lacerda 1993). Honduras presenta una cobertura aproximada de 51 578 ha (ICF 2014).

2.2. Restauración del manglar

La restauración de manglares prevé la eliminación de aquellos factores que provocan las afectaciones, por lo que su identificación es determinante en el proceso (Reese 2008). La restauración de áreas de manglar afectadas deben contemplar dos aspectos fundamentales: llevar a cabo acciones que lleven a la restitución de las condiciones ecológicas lo más cercano posible a las originales y evaluar la posibilidad de la llegada de propágulos a los sitios a restaurar (Reese 2008 y Lewis 2005).

La restauración del manglar es compleja ya que cada una de las especies existentes requiere de condiciones físico-químicas (Sosa *et ál.* 2004), particulares que están interconectadas con la presencia de otras especies de plantas. Lewis *et ál.* (2000) indican que los costos de una restauración aceptable desde el punto de vista de cobertura vegetal así como de las funciones ecológicas de un bosque de manglar se encuentran entre los US\$3000 y los US\$510 000 por hectárea, dependiendo de las condiciones específicas de cada proyecto. Una de las principales causas de la pérdida del manglar es que generalmente se apunta a una producción a muy corto plazo, sumada a la falta de planes de manejo; por ello, diferentes experiencias de reforestación indican que es mucho mejor conservar que recuperar las áreas afectadas (Calderón *et ál.* 2009).

Los costos de restauración pueden variar notablemente según los materiales, mano de obra y disponibilidad de propágulos (Lewis *et ál.* 2000); Teas (1977) y Lewis (1982), utilizaron gran cantidad de propágulos en procesos de restauración de manglar rojo con un espaciamiento de 90, 60 y 30 cm,

¹ Paz, A. 16 may. 2016. Información sobre sitios de restauración en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado. (Diálogo). La Ceiba, Atlántida, Honduras. FUCSA.

utilizando 12 345; 27 780 y 111 100 propágulos por hectárea con costos de US\$1140; US\$2470 y US\$10 175 por hectárea respectivamente. Reyes y Tovilla (2002) en Chiapas, México reportaron costos promedios de US\$1230 a US\$1901 por hectárea para una restauración de 2 hectáreas.

Debido a los diferentes costos promedio que se registran a nivel mundial por restauración del manglar, es necesario manejar datos más específicos. Así, Bayraktaroy *et ál.* (2016), a través de la recopilación de 235 estudios de restauración, estimó los costos promedio en US\$3000 por hectárea. Este costo, coincide con el reportado por Calderón *et ál.* (2009).

Entre las experiencias de restauración de manglar reportada, podemos mencionar la de Tovilla-Hernández *et ál.* (2004) quienes reportan un estudio de restauración de 32 950 m² de áreas alteradas a causa de gran cantidad de basura acumulada en los canales, agroquímicos y bolsas plásticas, lo cual provocó la eliminación gradual del manglar en la desembocadura del río Cahoacán, en los municipios de Tapachula y Suchiate, México. La restauración se realizó a través de la siembra directa y por medio de plántulas de *R. mangle*, *L. racemosa* y *A. germinans* producidas en viveros. Uno de los sitios en proceso de restauración estudiado por estos autores, tuvo que cubrirse con malla de alambre debido a la presencia de animales como borregos, cabras y caballos que causaba mortalidad de las plantas. En el caso del *R. mangle* se registró una mortalidad inicial de 3,4% y 38,3% en vivero y campo respectivamente. *L. racemosa* presentó una mortalidad del 50 y 18% respectivamente. Los mayores crecimientos se dieron en la época en que los terrenos estaban inundados, pero cuando la salinidad aumento a más del 39% se tuvo una mortalidad del 24,3%. *A. germinans* presentó la mortalidad más alta (70 y 24,3% respectivamente). Al final del proceso las plantas presentaban una altura promedio de 32,6 cm; en total se obtuvieron 40 043 plantas, de las cuales el 89% eran de la especie *R. mangle*.

En Colombia Álvarez (2003), reporta la experiencia de un proyecto de conservación y manejo para el uso múltiple y desarrollo de los manglares (septiembre de 1995 a junio del 2000), que estableció 25 parcelas permanentes de crecimiento desde. Los resultados mostraron el estado de los rodales de manglar en las costas del caribe colombiano, en donde se encuentran especies como: *A. germinans*, *C. erectus*, *L. racemosa*, *Pelliciera rhizophorae* y *R. mangle*. En la costa del Caribe, la construcción de obras civiles como carreteras y vías férreas, han contribuido a la desaparición de los manglares. Por ello se establecieron parcelas de *R. mangle*, las cuales registraron una supervivencia del 100% de plántulas producidas en vivero y del 87% en plantaciones en parcelas establecidas directamente en campo. En las costas del Pacífico también se obtuvieron mejores resultados con plántulas producidas a través de viveros en relación a la siembra directa. *R. mangle* obtuvo un 94% de supervivencia en plántulas de vivero y un 84% en siembra directa. La regeneración natural tuvo los valores más bajos, con valores de 0,28 a 0,35 propágulos por m².

Ante la incertidumbre de saber cuándo un proceso de restauración es exitoso, se recomienda realizar monitoreos de al menos cinco años desde la etapa de vivero; si en este tiempo se alcanza un 85% de supervivencia de las plántulas, puede considerarse un proceso exitoso. No obstante, un proyecto se considera fracasado, cuando se obtenga una supervivencia menor al 10% (Bayraktaroy *et ál.* 2016).

Como parte del monitoreo de sobrevivencia y crecimiento a realizar en los procesos de restauración, se recomienda, a partir de la aparición del primer par de hojas, tomar las mediciones de crecimiento en altura y diámetro de las plantas y registrar la mortalidad (Tovilla-Hernández *et ál.* 2004), así como

considerar la salinidad y capacidad de inundación del sitio pues son determinantes para el proceso (Hernández 2013). Es conveniente realizar este monitoreo mensualmente para desarrollar una evaluación adecuada (Baigorria *et ál.* 2008). La aparición de ramas es un aspecto determinante para la supervivencia del manglar; en el caso del mangle rojo, también la aparición de raíces aéreas es considerado un factor importante (Tovilla-Hernández y Orihuela 2002).

2.3. Factores determinantes en la supervivencia del manglar

Uno de los factores determinantes para la sobrevivencia o mortalidad de los manglares es la salinidad; generalmente las especies de mangle pueden sobrevivir tanto en agua salada como dulce; sin embargo, puede que no alcancen su mejor desarrollo en agua dulce debido a la competencia entre especies que se presentan en este tipo de hábitat (Soto y Jiménez 1982). Para el *R. mangle* (el cual es predominante en el área de este estudio), la salinidad se considera óptima en el rango de 8 a 26 ppt (partes por mil) en agua dulce; en el caso de agua de mar, sobrevive a aproximadamente 34-36 ppt (Hernández 2013). La especie *A. germinans* también tiene muy buena resistencia a la salinidad (Soto y Jiménez 1982). El desarrollo de los ecosistemas de manglar está determinado principalmente por su hidrología y la topografía de la costa (Ulloa *et ál.* 2004), por lo cual los procesos de restauración deben tomar en consideración la sucesión de los manglares que se da de la siguiente manera: en primer lugar el *R. mangle*, el cual presenta una gran resistencia a la salinidad, por lo que puede encontrarse en mayor contacto con el agua y con los sustratos más inestables; posteriormente se encuentra el *A. germinans*, que solo puede soportar inundaciones periódicas; por último, se encuentra el *L. racemosa*, el cual se da en tierra firme (Flores-Verdugo *et ál.* 2003).

2.4. Beneficios del manglar

Una gran parte de los bienes y servicios que provienen de los manglares no son necesariamente comercializados; por otra parte, una parte de los beneficiarios de estos servicios no son quienes toman la decisión de un cambio de uso de suelo (Rivera y Casas 2005). En la región centroamericana, el caso de los beneficios que se dan *in situ*, como por ejemplo el aprovechamiento de la madera, que no es muy importante, si se considera a los beneficiarios en la toma de decisión entre conservar o aprovechar la madera; en esta región desde los años ochenta se desincentivó el aprovechamiento extensivo del manglar². También se dan beneficios no comerciales *in situ*, como la leña, que difícilmente se incluyen en las evaluaciones llevadas a cabo por gobiernos o por investigadores (Rivera y Casas 2005). Los manglares también proporcionan beneficios *ex situ*, como por ejemplo la pesca en alta mar de especies comerciales dependientes del manglar. En el Cuadro 2 se citan bienes y servicios proporcionados por los manglares.

Los manglares juegan un papel muy importante en la lucha contra el cambio climático (CC) por medio del secuestro de carbono (C) (Alongi 2009). Estos ecosistemas tienen la capacidad de capturar carbono aun a nivel de plántulas de 2,5 cm de diámetro (De la Peña y de la Peña. 2010), pero es en su madurez cuando pueden capturar una mayor cantidad de C (Francis *et ál.* 2000). Los promedios mundiales de biomasa aérea se estiman cerca de los 247 Mg C/ha (Alongi 2009); el C almacenado en el

² Cifuentes Jara, M. 11 nov. 2016. Información sobre monitoreo de manglar (Comunicación personal). Turrialba, Costa Rica, CATIE.

suelo, alcanza un promedio aproximado de 956 Mg C/ha, tomando como referencia una edad promedio de 15 años (Alongi 2014).

Se han realizado diversos estudios para cuantificar el secuestro de carbono por parte de los manglares. Cifuentes *et ál.* (2014), por ejemplo, realizaron un estudio en el Golfo de Nicoya, Costa Rica que obtuvo una estimación promedio de 408,6 Mg C/ha/año, en un área de 13 515,5 ha de manglar.

Herrera *et ál.* (2016), a través de la recopilación de información de un total de 200 estudios en México, estiman la captura de 264 Mg C/ha/año en diferentes tipos de manglar

Cuadro 2 Bienes y servicios provistos por los manglares

BIENES	SERVICIOS
Productos maderables	Mantenimiento del nivel freático
Madera	Protección contra tormentas
Leña	Protección contra inundaciones
Postes, varas – construcción	Retención de nutrientes
Corteza para taninos	Retención de sedimentos
Carbón	Oportunidad de recreación
Plantas ornamentales	Oportunidad de investigación
Pesca	Contención de la erosión
Moluscos y mariscos	Captura de carbono
Vida silvestre aprovechable	Soporte a economías externas
Producción de miel	Refugio de especies

Adaptado de Rivera y Casas (2005)

2.5 Valoración económica

Como parte de los múltiples estudios de valoración económica de los manglares, podemos citar a De la Peña y de la Peña (2010) quienes evaluaron el contenido de C mediante ecuaciones alométricas en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia, tomando como objeto de estudio tres especies de manglar (mangle rojo, mangle negro y mangle blanco) con diámetros igual o mayor a 2,5 cm. Posteriormente se determinó la valoración económica mediante la metodología de valoración directa a través de precios de mercado, tomando como referencia US\$3,5 por T CO₂e (pagado por el Banco Mundial a través del fondo *Community Development Carbon Fund*). El estudio reveló que la especie *L. racemosa* (mangle blanco), mostró la mayor cantidad de CO₂e (29,9 t ha⁻¹) capturado.

Por su parte, Contreras-Araque (2016), valoró, por medio de precios de mercado, varias especies de peces y crustáceos que son extraídas en la ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Esta valoración contempló nueve especies comerciales, de las cuales se obtuvo información secundaria sobre captura entre los años 2000 a 2012, que permitió realizar un cálculo anual de captura y su valor a precio de mercado. Como resultado se obtuvo un rendimiento anual de US\$171,76/ha; pero considerando solo el

área del borde del manglar, que es donde se encontraban las mayores concentraciones de peces, se obtuvo un rendimiento de US\$5397,19/ha/año.

De la Peña *et ál.* (2010), realizaron un estudio sobre la valoración económica del almacenamiento de carbono del manglar en la Ciénaga Grande, Colombia, con el fin de cuantificar monetariamente este servicio ecosistémico (SE). La metodología implementada consideró un muestreo de campo de 15 árboles de manglar con mediciones en cuatro estaciones de monitoreo (Caño Grande, Rinconada, Aguas Negras y Luna). La estimación de la biomasa aérea total de los árboles indicaron que el bosque de manglar puede almacenar entre 6,9 a 45,7 Mg C/ha para una valoración monetaria de US\$87,76/ha según los precios pagados por el Banco Mundial.

Faber y Constanza (1987), realizaron un estudio sobre la protección costera que brindan los manglares en la costa de Luisiana, Estados Unidos. Según los resultados obtenidos, una reducción de una milla de ancho del humedal representaría un aumento en los daños materiales de las tormentas de US\$5 000 000.

PNUMA (2013), realizó un estudio de valoración económica de los beneficios del manglar en el RVSBCS, Honduras. La valoración se realizó tomando en consideración el turismo de buceo, actividades náuticas (alquiler de kayaks, barco taxi, etc.), actividades terrestres de naturaleza (visitas guiadas, acampada), que fueron estimados a través de la frecuentación de uso. Los gastos de turistas asociados a las actividades náuticas, submarinas y terrestres fueron estimadas por la cuantificación del grado de utilización de los ecosistemas, análisis de las imágenes publicitarias y del posicionamiento en el mercado turístico. Como impacto económico y social a causa del turismo, se estimó un valor anual del servicio de Lps.22 millones (US\$1,2 millones) correspondientes a 6000 visitas de turistas al año. Se estima que más de 180 empleos en la zona corresponden este servicio ecosistémico.

Otro estudio que considera el servicio ecosistémico de actividades recreativas y ecoturismo es el realizado por Arguedas (2015), en el manglar del Golfo, de Nicoya, Costa Rica, específicamente en la Isla de Chira. Se consideró el método de costo de viaje considerando las áreas naturales que las personas visitas para recreación. Se encuestaron 50 turistas nacionales durante de Semana Santa; la encuesta comprendió 20 preguntas divididas en 5 secciones: 1) Identificación de la entrevista, 2) tiempo de viaje, 3) cantidad de dinero gastado en la isla, 4) razones para visitar el sitio y 5) la información socioeconómica del visitante. Como parte de la estimación de los costos de viaje se consideraron variables como: costo de transporte, costo de hospedaje, costo de alimentación y costo de oportunidad por el tiempo de viaje. Como resultado se obtuvo que las personas que visitan la isla (en grupos de 1 a 3 personas) incurren en un gasto promedio de US\$189,31.

Hodgson y Dixon (1988) realizaron un estudio en la isla Palawan, Indonesia sobre los beneficios recreativos de la protección del ecosistema con respecto a un uso forestal intensivo y sus limitantes a actividades de pesca y turísticas; basado en los resultados encontrados, el gobierno decidió actuar y limitar los usos forestales y mediante decreto convirtió la zona a reserva natural. Años después, estos autores evaluaron los resultados de la política aplicada, encontrando beneficios mayores a los esperados en relación a la industria de la madera; US\$6,2 millones por concepto de actividades recreativas, US\$13,9 millones por la industria pesquera y US\$8,6 millones por actividades madereras.

Flores et *ál.* (2013) llevaron a cabo la identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, en Perú. Para identificar los principales SE, se aplicaron encuestas a investigadores, funcionarios públicos y especialistas. Como resultado se identificaron siete SE: provisión de alimentos (por medio de la extracción de moluscos, crustáceos y peces), materia prima de origen biológico; actividades recreativas y ecoturísticas; educación ambiental; control de la erosión; regulación de salinidad y soporte de biodiversidad.

3. Metodología

3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el RVSBCS, el cual está ubicado en la costa norte del territorio hondureño, específicamente en el departamento de Atlántida. Esta AP abarca cuatro de los ocho municipios del departamento: El Porvenir, San Francisco, La Masica y Esparta (Martínez 2011). Los límites del AP son los siguientes, norte: con el mar Caribe; sur: municipios de San Francisco, La Masica, plantaciones de palma africana CAICESA y el Parque Nacional Pico Bonito (PNPB); al este: Mar Caribe y municipio de El Porvenir y al oeste: municipio de Esparta y mar Caribe. (Martínez 2011) (Figura 1).

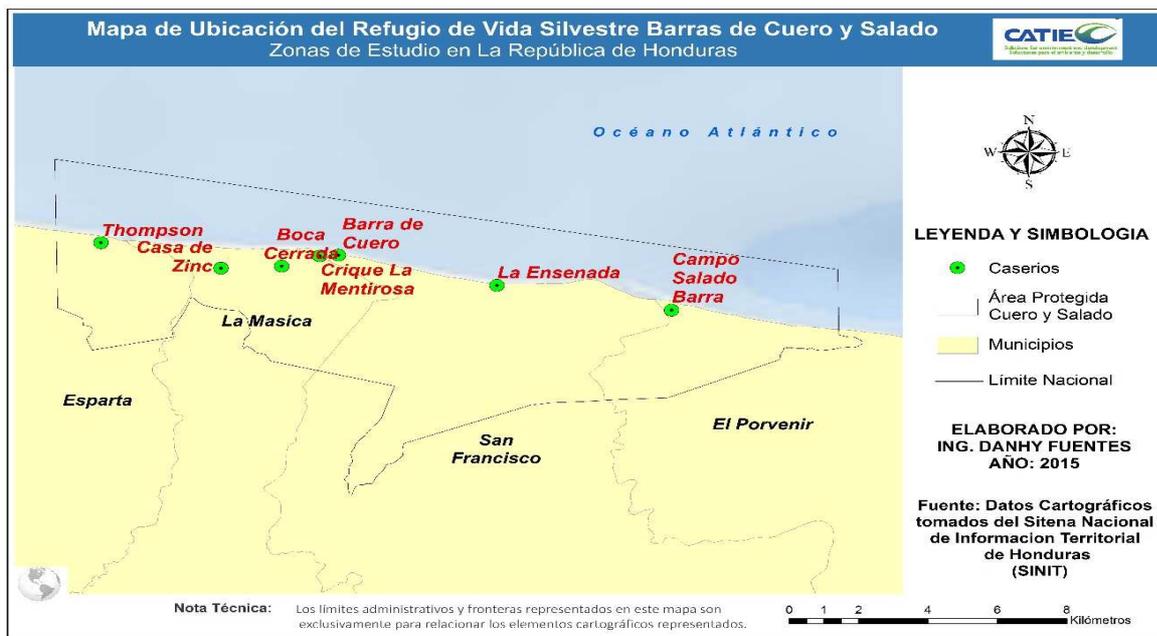


Figura 1. Mapa de ubicación de las comunidades seleccionadas en el estudio, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Elaborado por: Danhy Fuentes

El AP forma parte del Sistema Nacional de Humedales de Honduras en tierras bajas o planicies del Caribe (ICF 2013) y de la Convención de humedales o Convención Ramsar. Dicha área protegida está registrada como sitio Ramsar número 619, con fecha 23 de junio de 1993 (Ramsar 2015). En los cuadros 3 y 4 se indican el área terrestre de RVSBCS y las comunidades incluidas en el estudio.

Cuadro 3. Área terrestre del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado por municipio, Atlántida, Honduras

MUNICIPIO	ÁREA TOTAL	ÁREA DENTRO DEL REFUGIO	% DEL AP DENTRO DEL MUNICIPIO
Esparta	46 042,72	1242,97	14,75
La Masica	46 843,57	1704,80	20,22
San Francisco	28 226,91	4075,92	48,35
El Porvenir	27 731,57	1405,70	16,68
TOTAL	148 844,79	8429,39	100

Fuente: Martínez (2011)

Cuadro 4. Comunidades seleccionadas como área de estudio dentro del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Comunidad	Número de viviendas	Municipio	Número de habitantes
Campo Salado Barra	17	El Porvenir	93
Thompson	2	Esparta	3
Boca Cerrada	21	La Masica	111
Casa de Zinc	10	La Masica	61
Criquet La Mentirosa	1	La Masica	7
Barra de Cuero	2	La Masica	8
La Ensenada	8	San Francisco	39
TOTAL	61		322

Fuente: (INE 2001)

Previo a la aplicación de las encuestas, se realizaron reuniones con líderes comunitarios, la Asociación de Pescadores de La Rosita, Cuero y Salado (APROCUS), representantes del Instituto Nacional de Conservación Forestal (ICF), Fundación Cuero y Salado (FUCSA) y MiAmbiente-Proyecto Marino Costero. Las reuniones se realizaron con el objetivo de socializar la investigación: dar a conocer el propósito de la investigación y la influencia de la misma en siete comunidades del RVSBCS.

3.2. Identificación de las principales características socioeconómicas de las comunidades en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

En este objetivo se buscó conocer la relación actual existente ente los pobladores de las comunidades en estudio con el manglar; es decir, cuales son los usos o dependencia del mismo. De esta forma se puede tener una idea más clara de cómo se están beneficiando los pobladores con la poca presencia del manglar en la zona de estudio. La información se recopiló por medio de la aplicación de encuestas en el RVSBCS.

3.2.1. Selección de la muestra

Para la selección de las comunidades en estudio se utilizó el método de selección no aleatoria, el cual consistió en seleccionar las comunidades que se encuentran cercanas a los sitios con presencia de

manglar, el cual se encuentra disperso a lo largo de la línea costera. De esta manera se obtuvo información referente a los pobladores que tienen relación directa con el manglar (Cuadro 4). Las siete comunidades seleccionadas fueron: Campo Salado Barra, La Ensenada, Crique La Mentirosa, Barra de Cuero, Boca Cerrada, Casa de Zinc y Comunidad de Thompson, ubicadas en los municipios de El Porvenir, La Masica, San Francisco y Esparta.

3.2.2. Selección de los hogares

En las comunidades seleccionadas se consideraron las 61 viviendas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2001).

3.2.3. Aplicación de las encuestas

Se aplicó una encuesta por vivienda, al padre, madre o a una persona mayor de edad que residiera en la vivienda. Las encuestas se aplicaron de lunes a viernes, principalmente por las tardes (entre 1 pm y 6 pm), ya que durante la mañana los hombres salen a realizar sus funciones laborales y en la mayoría de los casos las mujeres se encargan de los quehaceres del hogar y del cuidado de los hijos. La movilización hacia las comunidades se realizó en lancha y se contó con el acompañamiento de un guía local para facilitar el acceso y la ubicación de las comunidades y de las viviendas a encuestar.

Las encuestas se aplicaron con la finalidad de obtener insumos sobre costos y beneficios proporcionados por la restauración del manglar, así como datos socioeconómicos de los hogares de las siete comunidades encuestadas, con el fin de comprender como viven los pobladores y conocer su relación con el medio ambiente, específicamente con el manglar y su dependencia para su subsistencia.

3.2.4. Análisis de datos

Se utilizó estadística descriptiva para realizar el análisis de los datos; se utilizó el programa STATA v.11, los resultados obtenidos se registraron y presentaron en tablas para su mejor interpretación.

3.3. Estimación de los costos de la restauración del bosque de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

Con la intención de reestablecer las 194 ha de cobertura original de manglar del RVSBCS (Carrasco *et ál.* 2013), de las cuales actualmente solo existen 25 ha (Martínez 2011), se realizó una estimación de los costos para recuperar las 169 ha degradadas. La estimación se realizó para tres posibles escenarios con el fin de aportar un proyecto de restauración. Los escenarios son los siguientes: i) establecimiento de plántulas en vivero; ii) siembra directa; iii) restauración natural con apertura de canales, las cuales han sido y siguen siendo las tres maneras dominantes de restauración de manglares (Flores-Verdugo *et ál.* 2005). En los anexos 2, 3, 5, 7 y 8 se indican la información recopilada en las encuestas que contribuyó a estimar los costos de la restauración de los escenarios indicados.

Los costos referentes a los materiales y herramientas se recopilaron a través de precios de mercados locales en el departamento de Atlántida, zona de estudio. El costo por concepto de mano de obra local se obtuvo de la información proveniente de las 61 encuestas aplicadas a habitantes de las siete comunidades en estudio, en la cual se hizo la consulta sobre el monto de un salario justo por día de trabajo en el proceso de restauración. La respuesta obtenida coincidió con el salario diario pagado por un jornal en la zona.

Por medio de información secundaria sobre procesos exitosos de restauración (Pulver 1976; Lewis 1982; Reyes y Tovilla 2002; Tovilla-Hernández *et ál.* 2004; Santos *et ál.* 2010; Hernández 2013), se obtuvo el número de jornales por actividad y los tiempos sugeridos para cada actividad.

Para la estimación de los costos de un posible proceso de restauración del manglar en el RVSBSCS, se utilizaron como referencia los pasos recomendados por Baigorriá *et ál.* (2008):

1. Establecimiento del vivero de manglar (aplica al escenario de restauración con viveros):
Se consideran materiales para el establecimiento del vivero, utilizando precios de mercado para cada material y herramientas. Se sugiere un grupo de tres personas encargadas para el establecimiento del vivero, en un tiempo recomendado de diez días (lunes a viernes). Para la colocación de propágulos se utilizaron envases plásticos de 1,5 y 2 litros, los cuales se cortaron por la parte superior; para evitar el excedente de agua se hará un corte de 5 cm en los laterales de las botellas. Se recomienda colocar en cada envase tres propágulos. (Tovilla-Hernández *et ál.* 2004). Para el caso de la malla-sombra, Hernández (2013) recomienda que la intensidad de sombra sea de 75%.
2. Recolección de los propágulos (aplica al escenario de siembra directa y por medio de viveros):
Con la intención de recolectar los 12 650 propágulos necesarios para restaurar una hectárea (según la densidad de siembra), se contrataron tres personas para cumplir dicha función en siete días, considerando que una persona puede recolectar 5000 propágulos por semana (Santos *et ál.* 2010).
3. Recolección de envases plásticos, llenado y siembra de los propágulos en los envases (para escenario por medio de viveros):
El llenado de envases se llevó a cabo por siete personas, según recomendación de Tovilla y García (2013). Los envases plásticos recolectados corresponden a los desechados por las comunidades y aquellos arrastrados por los ríos y el mar (Tovilla-Hernández 2004).
4. Mantenimiento de plántulas a nivel de vivero (cuatro meses) (para escenario con vivero):
Para el mantenimiento del vivero se necesitó una persona que se encargó del riego de las plántulas y del buen estado de las mismas por 20 días al mes (lunes a viernes), durante los cuatro meses que se mantuvieron en el vivero (Reyes y Tovilla 2002).
5. Limpieza de las áreas seleccionadas para la restauración (aplica para los tres escenarios propuestos):
Esta actividad se llevó a cabo por tres personas durante cuatro semanas (20 días, de lunes a viernes); se realizó antes de llevar a cabo el proceso de siembra en el sitio a restaurar.
6. Apertura de canales (aplica a los tres escenarios):
La apertura de canales se realizó manualmente por diez personas por un periodo de una semana (siete días).
7. Plantación en las áreas seleccionadas (aplica a escenarios de siembra directa y por medio de viveros):

La restauración por medio del establecimiento de viveros se realizó con una densidad de siembra de 1,1 propágulos por m² (Tovilla-Hernández *et ál.* 2004). En el caso de la siembra directa, fueron plantados a una densidad de 1,2 propágulos por m² (Pulver 1976; Lewis 1982 y Sánchez *et ál.* 2000). Según las recomendaciones, fueron necesarias 10 personas para realizar la siembra en el sitio seleccionado a razón de 3 días/ha.

Es conveniente aclarar que no se incurrió en costos de compra de tierra pues el RVSBCS corresponde a tierras nacionales.

Se consideró el 15% de mortalidad como referencia para la producción, según los datos referidos por Bayraktarov *et ál.* (2016). Las plántulas correspondientes a este porcentaje se produjeron adicionalmente para recuperar esas posibles pérdidas.

Los tiempos para las distintas actividades del proceso se mencionan en cada una de las actividades descritas anteriormente; el proceso tuvo una duración aproximada de 6 a 9 meses (desde el establecimiento del vivero a la plantación en los sitios seleccionados), pero adicionalmente se recomienda un monitoreo por cinco años, que es cuando se considera que la planta estaría establecida en el sitio (Baigorria *et ál.* 2008; Bayraktarov *et ál.* 2016).

3.4. Identificar los beneficios potenciales de la restauración del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

La identificación de los beneficios potenciales del proceso de restauración del manglar en el RVSBCS se realizó por medio de la información recopilada de las 61 encuestas aplicadas a los habitantes de las siete comunidades dispersas a lo largo de la línea costera. Debido a que el manglar es un objeto de conservación en el AP (Carrasco *et ál.* 2013), a causa de la degradación que ha sufrido, su uso para ciertas actividades como aprovechamiento de madera, leña y subproductos del manglar en general, se encuentra limitado debido a que las autoridades del AP buscan realizar procesos de restauración con fines de conservación de la biodiversidad (Martínez 2011). De tal manera que, realizar la restauración con la finalidad de aprovechar los recursos antes mencionados no es recomendable. Así, los beneficios potenciales identificados para el área estudiada son: la pesca, el turismo, protección costera y el almacenamiento de carbono por la gran función que cumple como reservorio.

La estimación de carbono se realizó por medio de ecuaciones alométricas, obteniéndose un promedio de C capaz de ser almacenado por las 169 ha de manglar que se espera sean restauradas. Para el caso de la protección costera y la pesca, se estimó su beneficio potencial por medio de información secundaria de un estudio de valoración económica realizado en el Parque Nacional Blanca J. Kawas (PNBJK) en la costa norte de Honduras (PNUMA 2013). En cuanto a la actividad turística, su beneficio se reflejó por medio de un estudio de Rivera y Palacín (2011) llevado a cabo en San Blas, Nayarit, México. Se debe tener claro que la información secundaria utilizada como referencia para reflejar los beneficios potenciales se tomaron como aproximaciones para calcular cuáles podrían ser los beneficios una vez llevado a cabo el proceso de restauración en el RVSBCS. Una vez identificados los beneficios potenciales y estimados los costos por la restauración del manglar, se podrá sugerir si es conveniente realizar o no la restauración en el AP en estudio.

3.4.1. Carbono

La estimación del carbono capaz de ser capturado por el manglar se realizó a través de ecuaciones alométricas. Para el caso específico de Honduras no existen ecuaciones, por consiguiente se utilizaron las ecuaciones de Smith y Whelan (2006) (Cuadro 5). La ecuación de Komiyama *et ál.* (2008) se utilizó para obtener la biomasa existente bajo suelo. Las ecuaciones permitieron determinar la biomasa de los árboles tomando como referencia el dap y el número de árboles por ha. Además fue necesario contar con la densidad específica de la madera de las especies presentes en el manglar, para lo cual se utilizó la base de datos de Zanne *et ál.* (2009). El dato de referencia obtenido fue de 0,840 g/cm. Para estimar las reservas de carbono una vez obtenida la biomasa de los árboles, se multiplicó la biomasa sobre el suelo por el factor 0,47 y para la biomasa bajo el suelo (raíces) por el factor 0,39 (Kauffman *et ál.* 2013).

Cuadro 5. Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de manglares comúnmente encontrados en América

Descripción	Ecuación alométrica	R ²	N	D _{MAX}	Localidad	Referencia
Especie	<i>Rhizophora mangle</i>		14	20	Estados Unidos	Smith y Whelan (2006)
Hojas	$\log_{10}B=1.337*\log_{10}D_R-0.843$	0,93				
Raíces aéreas	$\log_{10}B=0.160*\log_{10}D_R-1.041$	0,82				
Ramas	$\log_{10}B=1.784*\log_{10}D_R-0.853$	0,96				
Tronco	$\log_{10}B=1.884*\log_{10}D_R-0.510$	0,96				
Biomasa bajo suelo:						
Biomasa total	$0,199*r^{0.899}*dap^{2.22}$					Komiyama <i>et ál.</i> (2008)

Adaptado de Kauffman *et ál.* (2013)

B=biomasa (kg)

Dap= diámetro a la altura del pecho (cm)

D_R = Diámetro del tronco medido sobre raíces aéreas más altas del árbol (cm)

R²= coeficiente de correlación entre biomasa

N= Número de árboles usados para determinar la ecuación

D_{MAX}= diámetro máximo de árboles muestreados (cm)

r= densidad de la madera (g/cm)

El crecimiento diamétrico anual de los árboles se estimó en 0,7cm (Francis y Lowe 2000). En cuanto a densidad de árboles/ha se estimó una mortalidad anual del 15%, según los datos de bosques de manglar de Bayraktarov *et ál.* (2016). La proyección del crecimiento se realizó a 15 años, edad a la que el árbol alcanza su madurez y cumple su ciclo de corta (Francis y Lowe 2000). Debido a que el AP presenta una clara dominancia de *R. mangle*, la estimación de carbono se realizó para esta especie.

3.4.2. Protección costera

Como información secundaria para reflejar el aporte de este beneficio, se utilizó el estudio de “Valoración económica de los servicios ecosistémicos del Parque Nacional Blanca Jeannette Kawas”, el cual fue elaborado por el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA 2013). El PNBK y el RVSBKS se encuentran ubicados en el departamento de Atlántida, en la costa norte de Honduras. Los dos sitios tienen predominancia de *R. mangle*, además de presentar condiciones climáticas similares: las temperaturas promedio oscilan entre los 28 a 32°C diarios; la precipitación anual promedio

en el departamento de Atlántida (ubicación de las dos AP), varían entre 2800 a 3000 mm y presentan eventos climáticos similares debido a su ubicación.

En el estudio del PNUMA (2013), se consideró una zona urbana como parte vulnerable ante eventos climáticos extremos, así como una mayor infraestructura, por lo cual los costos por daños evitados aumentaron, así que los datos de costos evitados presentados en el estudio del PNUMA podrían ser mayores a los daños evitados a futuro en el RVSBCS, por lo cual se hacen las aclaraciones respectivas para no sobreestimar el beneficio de la protección costera para el Refugio.

3.4.3. Turismo

Para recopilar la información sobre esta actividad, se identificaron grupos focales y se aplicaron cuestionarios (Anexo 1), así como el uso de planes de manejo, revisión de libros contables y reportes financieros y la consulta de literatura especializada. Para estimar aproximadamente el potencial turístico del RVSBCS luego del proceso de restauración, se utilizó información secundaria, tomando como referencia el estudio de Rivera y Palacín (2011), llevado a cabo en San Blas, Nayarit, México. En San Blas, al igual que en el RVSBCS, la actividad turística se da con la intención de realizar paseos en lancha en los canales de manglares con el fin de observar la vida silvestre (ej. aves). Específicamente, en el RVSBCS los turistas realizan recorridos en lancha en los diferentes canales acuáticos o terrestres con presencia del manglar en donde los visitantes logran ver fauna como manatís, aves, monos, etc. (Martínez 2011).

La tenencia de la tierra en los dos sitios es de dominio estatal (Rivera y Palacín 2010; Martínez 2011), y los pobladores locales organizados tienen la oportunidad de brindar el servicio de guía. Además de la presencia de manglar, existen sitios en los cuales se desarrolla la agricultura, efecto del avance de las actividades humanas que afectan al manglar existente. En el caso de San Blas, cabe destacar que la mayor parte de los visitantes provienen de las ciudades de Guadalajara (33%) y Tepic (18%), las cuales son ciudades cercanas y muy grandes, lo cual puede hacer que la visitación que recibe este sitio sea mayor a la del RVSBCS, habiendo una diferencia grande por concepto de ingresos producto del turismo.

3.4.4. Pesca

El beneficio de la pesca se refleja como un estimado potencial por medio del estudio del PNUMA (2013) en el PNBJK. Este estudio se llevó a cabo en sitio muy cercano en relación al RVSBCS. Los dos sitios presentan canales acuáticos y área marina dentro de sus límites como parte del AP, en las cuales se encuentran una gran parte de las especies de peces dependientes del manglar (por ejemplo: el róbalo (*C. undecimalis*), curvina (*C. arenarius*), barracuda (*S. barracuda*), machaca (*V. maculicauda*), culila (*C. crysos*), dormilón (*G. dormitor*) (López 2008). Las especies de manglar en los dos sitios son dominadas por el *R. mangle*. En las dos AP existen grupos de pescadores que realizan la faena, en su mayoría como medio de subsistencia (Martínez 2011). El estudio del PNUMA tomó como referencia 17 comunidades de pescadores, mientras que en este estudio se consideraron siete comunidades, lo cual posiblemente refleje beneficios potenciales más altos en el PNBJK que los que puedan obtenerse en el RVSBCS una vez llevado a cabo el proceso de restauración.

Los resultados obtenidos en el estudio del PNUMA son solo una referencia del potencial que puede alcanzar un proceso de restauración de manglar, no es una garantía de que serán los mismos para cualquier otro sitio, aun y cuando este sitio muestre condiciones similares.

4. Resultados

4.1. Identificación de las principales características socioeconómicas de las comunidades en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

Los resultados obtenidos de las encuestas muestran las principales relaciones actuales existentes entre los pobladores de las comunidades seleccionadas y el manglar (Cuadro 6). Así tenemos que el 57,38% de las viviendas (35 hogares), al menos una persona se dedica a la actividad de la pesca; esta actividad es realizada en promedio de 3 a 4 días a la semana. El 80% de los peces extraídos es para la venta a compradores externos al AP y el resto (20%) para autoconsumo. Por otra parte, el 46,63% (26 personas) de los encuestados indicaron que conservan el manglar en buen estado (involucrándose en establecer viveros e iniciativas de restauración mediante el voluntariado, contribuya a que los turistas visiten más frecuentemente el AP y se generen ingresos económicos por medio de actividades de recreación (ej. recorridos acuáticos y terrestres, acampadas). La restauración del manglar es una actividad que ha involucrado aproximadamente al 50,8% de los hogares con la intención de conservar el patrimonio del área protegida. El total de los habitantes encuestados está interesado en participar en futuros programas de restauración.

Cuadro 6. Resumen de la población encuestada en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

VARIABLE	PORCENTAJE
Viviendas en las cuales se realiza la pesca	57,38
Volumen de peces para venta comercial	80
Personas que afirman cuidar el manglar	100
Personas que cuidan el manglar con la intención de recibir turistas	42,62
Personas que han participado en proceso de restauración	50,8
Personas que participarían en nuevos procesos de restauración	100

Es importante mencionar que muchas actividades, como por ejemplo el establecimiento de cultivos agrícolas en comunidades cercanas al manglar que generan contaminación al área y a fuentes de agua producto de fertilizantes y abonos químicos y el aprovechamiento forestal, están restringidas debido a que se dan dentro de un área protegida y estarían promoviendo el avance de la frontera agrícola, la cual es una de las principales amenazas que provoca el deterioro y destrucción del manglar (Martínez 2011). Sin embargo, una de las razones por la cual los pobladores probablemente se están involucrando en procesos de restauración, es porque les genera beneficios económicos ya que existe una constante

presencia de turistas en la zona y los mismos pobladores ofrecen recorridos en senderos acuáticos y terrestres, y además reciben ingresos por la venta de alimentos (por ejemplo, pescado).

El manglar no es utilizado para leña y madera; tampoco se utilizan subproductos del manglar, debido a que es un objeto de conservación del AP (Carrasco *et ál.* 2013). La finalidad del AP es la de conservación de la biodiversidad y no el aprovechamiento de recursos; además, la Ley Forestal de Áreas Protegidas y Vida Silvestre vigente restringe el aprovechamiento de recursos cercano a las fuentes de agua. Adicionalmente, la misma Ley indica que para un aprovechamiento del manglar es necesario un plan de manejo o documentación que demuestre la tenencia de la tierra, y en este caso, las tierras del AP son nacionales (Martínez 2011). Por otra parte, el convenio Ramsar busca el mantenimiento y aumento de los humedales (Ramsar 1971), y, consecuentemente, en el AP como miembro busca que la cobertura de humedales no siga disminuyendo ni se vea afectada.

4.2. Estimación de los costos de la restauración del bosque de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

Los escenarios propuestos para un proceso de restauración son: 1) El establecimiento de plántulas en viveros; 2) por medio de siembra directa de propágulos y 3) restauración natural con apertura de canales. Los costos estimados para el escenario uno fueron de US\$2838,70/ha, para el escenario 2 de US\$1418,07/ha y, para el escenario 3 de US\$943,39/ha (Cuadro 7).

Cuadro 7. Costos (US\$/ha) por la restauración del manglar según los tres escenarios propuestos en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras.

ACTIVIDADES	Establecimiento de vivero	Siembra directa	Apertura de canales
Establecimiento del vivero	723,09	N/A	N/A
Recolección de propágulos	135,5	135,5	N/A
Llenado y siembra en envases	180,67	N/A	N/A
Mantenimiento del vivero	516,21	N/A	N/A
Limpieza de áreas para la restauración	387,16	387,16	387,16
Apertura de canales	559,23	559,23	559,23
Plantación en áreas seleccionadas	336,18	336,18	N/A
TOTAL (US\$/ha)	2838,70	1418,07	943,39

Las diferencias obtenidas en la estimación de costos se debe, principalmente, a que en los escenarios de restauración por medio de siembra directa y restauración natural con apertura de canales, no se realizan algunas actividades (por ej. el establecimiento y mantenimiento de viveros, los costos estimados más altos; Cuadro 6), lo cual hace que se disminuyan los costos en aproximadamente US\$1200/ha.

Tomando en consideración que se pretende recuperar 169 ha de manglar, se recomienda el establecimiento de un vivero por cada una de las siete comunidades consideradas en el estudio (para el escenario 1), debido a las distancias entre las comunidades. Los costos de la restauración total de manglar de los tres escenarios se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Costos totales por las restauración de las 169 ha de manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Costos por la restauración de 169 ha de manglar en el AP (US\$)		
Establecimiento de viveros	Siembra directa	Apertura de canales
270 187,06	239 653,83	US\$159 432,91

La actividad de apertura de canales para los escenarios establecimiento de viveros y siembra directa, podría no ser necesaria para algunos sitios debido a las condiciones presente, con lo que los costos se reducen para estos dos escenarios. El factor económico podría cumplir un rol determinante al momento de seleccionar el método de restauración.

La principal diferencia en los tres escenarios está en que la restauración con plántulas producidas en viveros tiene una mayor probabilidad de supervivencia respecto a los otros dos escenarios presentados, debido al cuidado que se da a las plántulas en el vivero y su mejor estado fitosanitario; por lo tanto, se puede realizar una menor densidad de siembra; pero este escenario conlleva un mayor gasto económico (Flores-Verdugo *et ál.* 2005). El escenario de restauración natural con apertura de canales por su parte, conlleva menores costos en comparación a los otros dos escenarios propuestos; pero su éxito dependerá mucho de la cantidad de propágulos que las aguas lleven al sitio a restaurar (Lewis 2001). Este escenario es más recomendado en áreas rodeadas de manglar, pues proporcionarían los propágulos necesarios para recuperar las áreas degradadas cercanas.

La restauración por viveros además de tener mayor probabilidad de éxito, es el escenario en el cual se requiere de mayor cantidad de mano de obra debido a las diferentes actividades que involucra: recolección de propágulos, establecimiento del vivero, mantenimiento de los propágulos y del vivero, limpieza y siembra en el área a recuperar, y la apertura de canales. Por lo anterior, los costos generados se ven compensados debido a la buena selección de propágulos y los cuidados fitosanitarios en el vivero. Para los pobladores comunitarios, además de que se verán provistos de beneficios una vez restaurado el manglar, se generan mayores empleos para desarrollar las diferentes actividades.

Entre los factores de riesgo que pueden cambiar algunos de los supuestos claves de esta estimación de costos, se pueden mencionar la probabilidad de algunos eventos climáticos como huracanes e inundaciones. Sin embargo, aunque no se puede establecer categóricamente, la salinidad y temperatura inadecuadas al momento de restaurar podría provocar altas mortalidades de los propágulos, lo cual también generaría una modificación de los costos estimados y, más aún, problemas en cuanto a disponibilidad de propágulos en la zona debido a la poca cobertura de manglar existente en el AP en estudio (25 ha). Ante dicha situación, movilizar propágulos desde otro humedal podría incurrir en costos no programados y, de igual manera, existiría la posibilidad de pérdida de los propágulos si no se mantiene bajo condiciones de temperatura y salinidad adecuadas. En cuanto a los materiales necesarios para el establecimiento del vivero y las herramientas necesarias para la apertura de canales, podrían darse cambios en los precios de mercado, aumentando o disminuyendo los costos.

4.3. Identificar los beneficios potenciales de la restauración del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado

Como parte de los beneficios potenciales proporcionados por el manglar en el RVSBSCS se tienen: la pesca, protección costera ante eventos climáticos extremos (huracanes, vientos fuertes, inundaciones, etc.), turismo y almacenamiento de carbono.

4.3.1 Carbono

Los resultados sobre almacenamiento de carbono estimados por medio de ecuaciones alométricas reflejan que para el primer año se podría capturar un promedio de 2,88 Mg C/ha, debido a que las plantas se encuentran aún muy pequeñas; este valor representa el volumen más bajo de carbono reportado por este estudio; para el quinto año, se alcanzan 24,69 Mg C/ha/año almacenadas. Por su parte, para el año 15, las ecuaciones alométricas indican un almacenamiento de carbono de 40,70 Mg C/ha al año (Cuadros 9 y 10).

Cuadro 9. Cantidad de biomasa (kg) por árbol según el componente del manglar en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Año	Dap (cm)	Tronco	Ramas	Hojas	Raíces
		biomasa	biomasa	biomasa	biomasa
1	0,7	0,16	0,07	0,09	0,09
2	1,4	0,58	0,26	0,23	0,10
3	2,1	1,25	0,53	0,39	0,10
4	2,8	2,15	0,88	0,57	0,11
5	3,5	3,27	1,31	0,77	0,11
10	7,0	12,08	4,51	1,94	0,12
15	10,5	25,94	9,31	3,33	0,13

Cuadro 10. Estimación del almacenamiento de carbono por hectárea en el AP en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Año	Dap (cm)	Reserva de C aérea (kg)	Reserva de C subterránea (kg)	Reserva de C total por árbol (kg)	Densidad de árboles/ha	Reserva de C (Mg C/ha)
1	0,7	0,19	0,03	0,22	13000,00	2,88
2	1,4	0,54	0,14	0,68	11050,00	7,57
3	2,1	1,07	0,34	1,41	9392,50	13,24
4	2,8	1,74	0,65	2,39	7983,60	19,12
5	3,5	2,57	1,07	3,64	6786,00	24,69
10	7,0	8,77	4,99	13,76	3010,98	41,42
15	10,5	18,19	12,27	30,46	1335,98	40,70

Una vez reestablecidas las 194 ha de manglar, es probable que durante el primer año se puedan capturar 558,72 Mg C; para el quinto año 4789,86 Mg C y para el año 15, aproximadamente 7895,8 Mg C. El volumen total de carbono almacenado podría variar según la supervivencia de propágulos y la biomasa que lleguen a alcanzar los árboles establecidos.

4.3.2. Pesca

Los peces extraídos por los pobladores en las comunidades vecinas del RVSBCS, son especies dependientes del manglar (por ej.: el róbalo (*C. undecimalis*), curvina (*C. arenarius*), barracuda (*S. barracuda*), machaca (*V. maculicauda*), culila (*C. crysos*), dormilón (*G. dormitor*). Probablemente la restauración del manglar en la zona, ayudaría a que estas especies mantengan su presencia, lo que prevé ingresos económicos a los pobladores a través de la pesca y venta, además de que forman parte de su dieta alimenticia. Escenarios similares a este han reportado beneficios prometedores. Por ejemplo en el PNBKJ, ubicado en Honduras; el PNUMA (2013) tomó como área de estudio 17 comunidades donde se estimó un total de 420 pescadores beneficiados por este servicio ecosistémico. La actividad pesquera en Laguna alcanzó un promedio anual de 42,5 toneladas y, en cuanto a las especies marinas dependientes del manglar se alcanzaron las 94 toneladas; con relación a los crustáceos (jaiba y cangrejo azul) se alcanzaron 241 toneladas (2,9 millones de unidades). Este servicio como fuente de alimento, benefició potencialmente a 7000 personas aproximadamente. Su valor monetario anual se calculó en 56 millones de lempiras (US\$2,9 millones). De los valores reportados, se estimó que 83 toneladas fueron destinadas al autoconsumo.

4.3.3. Protección costera ante eventos climáticos extremos

Muchas de las comunidades vecinas del RVSBCS reportaron daños a sus viviendas a causa de vientos fuertes (63,69%) o de inundaciones (55,74%). Como punto de referencia para este trabajo, se consideró el estudio de valoración económica de los servicios ecosistémicos brindados por el manglar del PNBKJ, ubicado en el departamento de Atlántida, Honduras y que presenta condiciones similares al RVSBCS PNUMA (2013). El estudio determinó el valor por daños evitados a causa de la protección costera ante eventos climáticos extremos, aplicando el método de función de producción de daños evitados, basado en la porción de la línea costera del AP que se encuentra en zona potencial de riesgo; contribución a la protección costera de los arrecifes, praderas y manglares y la superficie urbanizada. Los resultados obtenidos, que sirven de referencia para el presente estudio, indican que se beneficiaron 3000 viviendas aproximadamente (12 600 personas), ubicadas en las áreas rural, urbana y aldeas, que, según se habían identificado, estarían en zonas de riesgo de inundación, dada las alturas máximas de las olas registradas. El estudio estimó que el valor anual por los daños evitados fue de aproximadamente Lps.15 millones (US\$794 000).

4.3.4. Turismo

Los resultados obtenidos indican que los visitantes que disfrutan de paseos por los canales del manglar suman un promedio anual de 80 000, principalmente en los meses de temporada alta y los fines de semana. En temporada alta se recibe un promedio de 400 visitantes diarios, durante los fines de semana más de 200 al día y entre semana en temporada baja se reciben menos de 100 visitantes. El precio de los paseos es de Lps.100 en ambas temporadas, para un ingreso total de Lps.8 000 000 anuales.

Los beneficios obtenidos por la restauración del manglar podrían variar según el método empleado. Para poder cumplir con la función de protección costera se necesita de un bosque continuo de al menos un ancho de 100 m (Adame *et ál.* 2015), que presente una masa forestal espesa y suficientemente densa para reducir el impacto del viento, las olas e inundaciones (Mazda *et ál.* 1997; Adame *et ál.* 2015), por lo cual la plantación de propágulos producidos en viveros y la siembra directa obtendrían mejores resultados, ya que se puede controlar la densidad de siembra y la ubicación de cada planta en el sitio a restaurar (Tovilla-Hernández 2006); lo cual no puede lograrse con la restauración natural.

En el caso del almacenamiento de carbono, es determinante la supervivencia de las plantas, ya que por medio de la biomasa de cada árbol se estima el carbono almacenado (Kauffman *et ál.* 2013; Bhomia 2016), por lo cual a mayor supervivencia de árboles, se da un mayor secuestro de carbono. Flores-Verdugo *et ál.* 2005 reportan que los procesos de restauración por medio de la siembra de plantas producidas en viveros tienen la mayor sobrevivencia, principalmente de *R. mangle*. En el presente estudio, los tres escenarios presentarían beneficio a diferente escala; sin embargo, la restauración por medio de plantas producidas en viveros y la siembra directa serían los más exitosos debido a que los propágulos a utilizar se seleccionan previamente, se tiene un mejor control de la temperatura y reciben mejores cuidados fitosanitarios que pueden influir en la supervivencia una vez plantados.

En cuanto al SE de la pesca, se recomienda la restauración natural con apertura de canales ya que cinco años después, el ecosistema recupera las funciones ecológicas y la densidad de peces (Lewis 2001). Con este escenario, los costos de restauración serían menores que los escenarios de siembra directa y por establecimiento de viveros; aunque ambos tienen resultados positivos, estudios exitosos como el de Lewis (2001) recomiendan la restauración natural con apertura de canales.

Turísticamente, la belleza escénica del manglar es contemplada a través de los senderos turísticos. La restauración con apertura de canales es una buena alternativa pues es el escenario que presenta menores costos económicos. Sin embargo, este escenario sólo es posible en sitios de restauración en los cuales hay presencia de manglar que permita la fácil llegada de propágulos al área a restaurar, el cual no es el caso del RVSBCS, en donde se hace necesario entonces, otras opciones de restauración.

La protección costera brindada por los manglares restaurados se puede percibir a partir de los seis años. Franjas de al menos 1,5 km de ancho y 3 km de longitud pueden proporcionar una reducción del oleaje por periodos de 5-8 segundos, además de reducir la altura de las olas en un metro en mar abierto a 0.05 m en la costa (Mazda *et ál.* (1997).

Las funciones ecológicas para la pesca pueden ser rápidamente restauradas, pues las poblaciones de peces alcanzan diversidad de sitios y densidades importantes a los cinco años (Lewis 1992; Lewis 2001). La percepción local de pobladores en el RVSBCS indica que la visitación por parte de turistas al AP probablemente se deba al manglar, principalmente en las comunidades Salado Barra y Boca Cerrada, en donde se han llevado procesos de restauración de manglar por varios años, que actualmente tienen un promedio de 4 a 9 años y que son frecuentados por turistas³.

³ Lanza, O. 12 abr. 2016. Información sobre sitios restaurados en Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado (Diálogo). La Ceiba, Honduras, FUCSA.

Si bien es cierto, el escenario de producción de plantas en vivero conlleva mayores costos, es el más recomendado para una restauración más exitosa. Este escenario requiere aproximadamente cuatro meses más en relación a los otros dos escenarios, debido al tiempo necesario para mantener las plántulas en el vivero antes de ser llevadas al campo (Reyes 2002).

Una vez que se ha cumplido con el proceso de restauración, se deberá realizar un monitoreo por un periodo de cinco años, independientemente del escenario implementado (Baigorriá *et ál.* 2008).

Un proceso de restauración exitoso estaría beneficiando la población de las siete comunidades en estudio, por la protección costera ante eventos climáticos extremos, actividades turísticas, pesca y almacenamiento de carbono. La magnitud de los beneficios potenciales identificados en este estudio puede variar según la supervivencia de propágulos y el área a restaurar, entre otros factores. Mediante información secundaria de referencia, se determinaron beneficios potenciales de la restauración en el AP. Para el caso de la protección costera ante eventos climáticos extremos, los costos evitados por eventos naturales dependerán del número de viviendas, proximidad a la línea costera, si es área rural o urbana, entre otros; Las comunidades a la línea costera probablemente tendrían una mayor protección debido a la cobertura que proporcionan los manglares, los cuales reducen el oleaje y la fuerza del viento.

El almacenamiento de carbono también dependerá de la supervivencia de los árboles de manglar y de sus dimensiones, ya que a mayor biomasa, mayor será la cantidad de carbono capaz de almacenarse en el árbol. La visitación de turistas al AP depende en gran parte de los manglares; diferentes senderos de manglar podrían representar mayores opciones para realizar recorridos dentro del AP.

Como se demostró en esta investigación, la pesca es de mucha importancia para la economía y dieta alimenticia de las comunidades en estudio. La recuperación de áreas de manglar aumentaría las posibilidades de que las especies de peces dependientes de este ecosistema se mantengan o aumenten en la zona.

En resumen, la magnitud de los beneficios potenciales de la restauración del manglar dependerá en parte de la supervivencia y la cantidad de hectáreas a restaurar; además de un adecuado proceso de monitoreo.

5. Discusión

La estimación de los costos de la restauración del manglar a través de diferentes escenarios, contribuirá a la toma de decisiones sobre llevar a cabo un proceso de restauración desde el punto de vista económico. Los costos estimados por este estudio corresponden a US\$2838,70/ha (producción de plantas en vivero); US\$1418,07/ha (siembra directa) y US\$943,39/ha (restauración natural). Estos resultados concuerdan con los reportados por algunos estudios: Bayraktaroy *et ál.* (2016), quienes a través de la recopilación de 235 estudios de restauración a nivel mundial, indicaron un costo promedio de US\$3000 por hectárea; Flores-Verdugo *et ál.* (2005) indican costos que varían desde US\$1400 a US\$4200 por hectárea en restauraciones llevadas a cabo en el caribe y Estados Unidos. Calderón *et ál.* (2009) también reportan costos por restauración de manglar de US\$3000 promedio por hectárea. Teas (1977) y Lewis (1982) llevaron a cabo procesos de restauración a varios espaciamientos de siembra (90, 60 y 30 cm), con costos que de US\$1140; US\$2470 y US\$10 175 respectivamente. Por su parte Reyes y Tovilla (2002) también estimaron costos por hectárea restaurada de manglar con un rango entre US\$1400 a

US\$1900. De acuerdo a estos resultados, se puede decir que los costos estimados para la restauración del manglar son realistas y se enmarcan en los promedios mundiales reportados en la literatura.

Costos de restauración muy elevados, son una de las principales razones para no llevar a cabo procesos de restauración; algunas experiencias reportan procesos de restauración con costos de hasta US\$510 000/ha, dependiendo del plan de reforestación que se lleve a cabo. Estas cifras tan altas pueden ser inalcanzables para algunos países (Calderón *et ál.* 2009); pero de igual manera existen procesos exitosos con costos de US\$2000/ha, e inclusive menores (Reyes y Tovilla 2002).

Más importante que la inversión económica, es considerar los beneficios potenciales que trae consigo la restauración: protección costera ante eventos climáticos extremos, captura de carbono, pesca, turismo, hábitat para especies de flora y fauna, taninos, producción de miel, postes para construcción, retención de nutrientes, mantenimiento del nivel freático, moluscos y mariscos y oportunidad de investigación (Windevoshel 1992; Rivera y Casas 2005). Estos beneficios varían dependiendo del sitio y la forma y finalidad de la restauración. Más importante aún, es considerar el posible número de comunidades y personas que estarían siendo beneficiadas.

Al quinto año de la restauración, se puede determinar el éxito o el fracaso del proceso, según el porcentaje de supervivencia de las plantas. Si la supervivencia es mayor al 85% el proceso se considera exitoso y si es menor al 10% es considerado como un fracaso (Bayraktaroy *et ál.* 2016). Posterior a esta etapa, aproximadamente entre el quinto y sexto año, se pueden obtener gradualmente los beneficios de un proceso de restauración exitoso (Bayraktaroy *et ál.* 2016).

Además de los beneficios potenciales del manglar identificados a través de la percepción de los pobladores locales, el almacenamiento de carbono es otro beneficio importante, debido a su función como reservorio natural, el cual contribuye fuertemente a la lucha contra el cambio climático (Cáliz *et ál.* 2002; Bhomia 2016). Estos beneficios constituyen una gran oportunidad para cambiar o mejorar la calidad de vida de las comunidades del RVSBCS, una vez lograda la restauración total del ecosistema considerada en este estudio.

Si bien es cierto, los resultados sobre los beneficios potenciales indicados anteriormente no necesariamente son un reflejo exacto de los posibles beneficios a obtenerse en el RVSBCS ante un posible proceso de restauración; la intención es sensibilizar sobre el número de personas y comunidades que pueden resultar beneficiadas por la conservación y aumento del área de los manglares; además del aumento de hábitats para la flora y fauna. También se brinda un estimado de daños evitados en aspectos económicos, ecológicos y sociales en el sitio de estudio y sus comunidades. Mejorar la calidad de vida de los pobladores locales por medio de los beneficios potenciales identificados y satisfacer sus necesidades básicas, justifica los costos de la restauración.

Las actividades por medio de las cuales se estimaron los costos de restauración del manglar en esta investigación, son parte de un proceso más amplio. Se recomienda realizar una etapa de socialización con las comunidades para buscar su involucramiento, priorización de las áreas a restaurar, realizar una correcta selección del sitio para el establecimiento del vivero (Baigorria *et ál.* 2008), y llevar a cabo un proceso de monitoreo de al menos cinco años, que es cuando se considera que la planta estará establecida en el sitio (Baigorria *et ál.* 2008) (Bayraktaroy *et ál.* 2016). Se recomienda esta última actividad para poder realizar una adecuada evaluación y seguimiento de las plántulas de mangle, además de poder

identificar los factores que provoquen la mortalidad para que sirvan de experiencia para futuros procesos de restauración.

La importancia de esta investigación radica principalmente en dar a conocer el bienestar social, económico y ambiental de las comunidades, lo que trae consigo una mejora en la calidad de vida local. La generación de políticas dirigidas a la protección y buen manejo del ecosistema puede conllevar a la inclusión de un posible mercado de carbono, que retribuiría económicamente la captura de carbono de los manglares, contribuyendo además a la lucha contra el cambio climático por medio de la reducción de emisiones debido a la deforestación de áreas (Kauffman *et ál.* 2013).

En resumen, la restauración de los manglares contribuyen en la provisión de alimentos (Brander *et ál.* 2012), a brindar resguardo a las comunidades producto de la protección contra inundaciones y/o tormentas (Mazda *et ál.* 1997), son de sumo interés en cuanto a la belleza escénica para los turistas (Mukherjee *et ál.* 2014) que frecuentan el AP. Los manglares adicionalmente tienen conectividad con otros ecosistemas, lo cual apunta a un importante intercambio de nutrientes (Sheaves 2009).

6. Conclusiones

Los principales beneficios potenciales del manglar identificados para el RVSBCS son la pesca, protección costera ante eventos climáticos extremos, turismo y captura de carbono.

En las siete comunidades de estudio se evidencia que la presencia del manglar contribuye a que la población realice actividades de pesca para fines comerciales y de autoconsumo, actividades turísticas mediante recorridos terrestres y acuáticos.

Los tres escenarios propuestos para llevar a cabo el proceso de restauración en el RVSBCS muestran costos que concuerdan con los valores promedios mundiales reportados en la literatura.

La restauración de manglar por medio de plantas producidas en viveros sería probablemente el escenario más óptimo para realizar la restauración, debido a una mejor calidad de propágulos. Aunque, económicamente, sería el escenario que más costos conlleva.

Los resultados obtenidos en este estudio en cuanto a beneficios y costos, sugieren la conveniencia de llevar a cabo la restauración de las áreas degradadas; Sin embargo, se requieren más datos y una mayor precisión para llevar a cabo un estudio costo-beneficio más riguroso.

7. Literatura citada

- Adame, MF; Hermoso, V; Perhans, K; Lovelock, C; Herrera-Silveira, J. 2015. Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services. *Conservation biology* 29(2):493-502.
- Alexandris, N; Chatenoux, B; Lopez, L; Peduzzi, P. 2014. Monitoring the restoration of mangrove ecosystem from space. Geneva, Switzerland, Unep/Grid. 46 p. (Report-November 2014).
- Alongi, DM. 2009. *The energetics of mangrove forests*. s.l. Springer Science & Business Media. 216 p.
- Alongi, DM. 2014. Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Annual Review Marine Science* 6:195–219.

- Álvarez-León, R. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques* 9(1):3-25.
- Arguedas, M. 2015. Valoración económica de servicios ecosistémicos brindados por el manglar del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 109 p.
- Baigorriá, D; Rodríguez, G; Domínguez, O; Milián, I. 2008. Nueva experiencia en la restauración de manglares, Playa Las Canas, La Coloma, Pinar del Río, Cuba. *Revista Forestal Baracoa* 27(3):3-12.
- Bayraktarov, E; Saunders, MI; Abdullah, S; Mills, M; Beher, J; Possingham, HP; Mumby, PJ; Lovelock, CE. 2016. The cost and feasibility of marine coastal restoration. *Ecological applications* 26(4):1055-1074.
- Bhomia, RK; Kauffman, JB; McFadden, TN. 2016. Ecosystem carbon stocks of mangrove forests along the Pacific and Caribbean coasts of Honduras. *Wetlands Ecology and Management* 24(2):187-201.
- Bolívar, J. 2014. Avances en la inclusión de los manglares y otros ecosistemas costeros en las estrategias de mitigación de cambio climático. *Cambium* 10(1): 1-9.
- Brander, LM; Wagtendonk, AJ; Hussain, SS; McVittie, A; Verburg, PH; de Groot, RS; van der Ploeg, S. 2012. Ecosystem service values for mangroves in Southeast Asia: A meta-analysis and value transfer application. *Ecosystem Services* 1(1):62-69.
- Calderón, C; Aburto, O; Ezcurra, E. 2009. El valor de los manglares. *Biodiversitas* no. 82: 1-6.
- Cáliz, E; Guerrero, A; Gutiérrez, MDC; Ortiz, CA; y Palma, DJ. 2002. Los manglares de Tabasco, una reserva natural de carbono. *Madera y Bosques* 8(Es1):115-128
- Canales Aguilar, C. 2012. Reforestación de Mangle en el Golfo de Fonseca, Honduras: Buena Práctica Ambiental. s.l., Adaptation Fund. 28 p.
- Carrasco, JC; Secaira, E; Lara, K. 2013. Plan de conservación del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado. Basado en análisis de amenazas, situación y del impacto del Cambio Climático, y definición de metas y estrategias. s.l., ICF/USAID-ProParque/FUCSA. 49 p.
- Cifuentes, M; Brenes, C; Manrow, M. 2014. Dinámica de uso de la tierra y potencial de mitigación de los manglares del Golfo de Nicoya. s.l., CATIE. 40 p.
- Contreras-Araque, A. 2016. Valoración económica del servicio ecosistémico de soporte a la pesquería provisto por el ecosistema de manglar en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista de Economía del Caribe* no. 18: 119-139.
- Crooks, S; Herr, D; Tamelander, J; Laffoley, D; Vandever, J. 2011. Mitigating climate change through restoration and management of coastal wetlands and near-shore marine ecosystems: challenges and opportunities. Washington, D.C., United States of America, World Banks. 59 p.
- D'Croz, L; Kwiecinski, B. 1980. Contribución de los manglares a las pesquerías de la Bahía de Panamá. *Rev. Biol. Trop.* 28(1):13-29.
- De la Peña, AC; De la Peña, M. 2010. Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América* 4(7):133-150.

- DNCC (Dirección Nacional de Cambio Climático, Honduras). 2015. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (en línea). Tegucigalpa, Honduras. Consultado 15 nov. 2015. Disponible en <http://cambioclimaticohn.org/?cat=1023&title=CMNUCC&lang=es>
- Faber, S; Constanza, R. 1987. The economic value of wetlands systems. *Journal of Environment Management* 24:41-51
- FBC (Falls Brooke Centre). 2015. Hollistic Value of Biodiversity (en línea, sitio web). Consultado 19 dic. 2015. Disponible en <http://fallsbrookcentre.ca/wp/programs/biodiversity/>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Italia). 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010: Informe Principal. Roma, Italia. 381 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Italia). 2015. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?: Informe Principal. Roma, Italia. 47 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, Italia). 2015. Status and trends in mangrove area extent worldwide (en línea). Consultado 19 nov. 2015. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/007/j1533e/j1533e106.htm>
- Field, C. 1996. La restauración de ecosistemas de manglar. Managua, Nicaragua, ISME/OIMT. 278 p.
- Flores-Marín, AF. 2017. Optimización espacial para la restauración ecológica de manglares en el Parque Nacional Jeannette Kawas, Honduras. Tesis Mag. Sc. . Turrialba, Costa Rica, CATIE. 82 p.
- Flores-Verdugo, FJ; Agraz-Hernández, CM; Carrera-González; de la Fuente de León. 2003. Atlas de los ecosistemas de Sinaloa. Culiacán, México, El Colegio de Sinaloa. 481 p.
- Flores-Verdugo, FJ; Agraz-Hernández, CM; Benítez-Pardo, D. 2005. Creación y restauración de ecosistemas de manglar: principios básicos. *In* Moreno-Casasola, P; Peresbarbosa Rojas, E; Travieso Bello, AC. Manejo costero integral: el enfoque municipal. s.l., Instituto de Ecología. p. 1093-1110.
- Flores, D; Martínez, A; Céspedes, L. 2013. Identificación de servicios ecosistémicos en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes. Informe técnico especial. Lima, Perú, Instituto Biofísico del Perú. 81 p.
- Francis, JK; Lowe, CA; Trabanino, S. 2000. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. Río Piedras, Puerto Rico, USDA. 538 p. (Reporte Técnico General IITF-15).
- Hernández, F. 2013. Protocolo para la reproducción de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en vivero. 73 p.
- Herrera-Silveira, JA; Rico, AC; Pech, E; Pech, M; Ramírez-Ramírez, J; Teutli-Hernández C. 2016. Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Revista Terra Latinoamericana* 34(1): 61-72.
- Hodgson, G; Dixon, J. 2000. El nido revisited: logging versus tourism in Palawan. *In* H.S. Cesar (ed.). 2000. Colletes Essays on the Economics of Coral Reefs. Cordio, Sweden, Kalmar University. p. 55-68.

- ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre, Honduras). 2014. Anuario estadístico forestal 2013. Tegucigalpa, Honduras. 118 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, Honduras). 2001. Censo 2001(en línea, sitio web). Consultado 21 jul. 2016. Disponible en <http://www.ine.gob.hn/index.php/25-publicaciones-ine/102-consulta-base-de-datos-redatam-cnpv-2013>
- Kauffman, JB; Donato, DC; Adame, MF. 2013. Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Bogor, Indonesia, CIFOR. 37 p. (CIFOR Working Paper no. 17).
- Komiyama, A; Ong, JE; Pongpan, S. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: A review. *Aquatic Botany* 89(2):128-137.
- Lacerda, LD. 1993. Conservación y aprovechamiento sostenible de bosques de manglar en las regiones América Latina y África. s.l., ITTO.
- Lewis III, RR.1982. Mangrove forest. *In* Creation and restoration of coastal plant communities. Florida, United States of America, CRC Press. pp. 153-171.
- Lewis, RR. 1992. Coastal habitat restoration as a fishery management tool. *In* R.H. Stroud, ed., *Stemming the Tide of Coastal Fish Habitat Loss*. Savannah: National Coalition for Marine Conservation, Inc., p. 169-173
- Lewis, R; Streever, B; Theriot, RF. 2000. Restoration of mangrove habitat. DTIC Document.
- Lewis, RR. 2001. Mangrove restoration-Costs and benefits of successful ecological restoration. *In* Proceedings of the Mangrove Valuation Workshop, Universiti Sains Malaysia, Penang p. 4-8.
- Lewis, RR. 2005. Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecol. Eng.* 24(4 SI):(403-418.).
- López, E. 2008. Diagnóstico de la pesca artesanal en el Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado. La Ceiba, Honduras. 81 p.
- Machín-Hernández, MM; Casas Vilardel, M. 2006. Valoración económica de los recursos naturales: Perspectiva a través de los diferentes enfoques de mercado. *Revista Futuros* 13(4).
- Martínez 2011. Plan de manejo Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado 2012-2016. La Ceiba, Honduras, ICF. 208 p
- Mazda, Y; Magi, M; Kogo, M; Hong, PN. 1997. Mangroves as a coastal protection from waves in the Tong King delta, Vietnam. *Mangroves and Salt marshes* 1(2):127-135.
- Mukherjee, N; Sutherland, WJ; Dicks, L; Hugé, J; Koedam, N; Dahdouh-Guebas, F. 2014. Ecosystem service valuations of mangrove ecosystems to inform decision making and future valuation exercises. *PloS one* 9(9):e107706.
- Olson, DM; Dinerstein, GC y Lolster, P. 1996. A Conservation Assessment of Mangrove Ecosystems of Latin America and the Caribbean. Washington D.C., United States of America, WWF. 67 p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, KE). 2013. Valoración de los servicios ecosistémicos del Parque Nacional Jeannette Kawas - Integrando los beneficios de la

naturaleza en la gestión de áreas protegidas y en el desarrollo de Honduras. Tegucigalpa, Honduras, 147 p. Disponible en www.pnuma.org/publicaciones.php

- Pulver, TR. 1976. Transplant techniques for sapling mangrove trees, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans*, in Florida. Florida, United States of America, Department of Natural Resources, Marine Research Laboratory, (Florida Marine Research Publications, 22).
- Ramsar. 1971. Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas. Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura (UNESCO). París, Francia.
- Ramsar. 2015. Ficha informativa de los humedales de RAMSAR, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado (en línea). Consultado 19 nov. 2015. Disponible en <http://www.ramsar.org/wetland/honduras>
- Reese, R. 2008. Restauración ecológica de los manglares en la costa del Ecuador. Módulo de Restauración Ecológica. 26 pág.
- Reyes Chargoy, MA; Tovilla Hernández, C. 2002. Restauración de áreas alteradas de manglar con *Rhizophora mangle* en la costa de Chiapas. Madera y Bosques número especial:103-114.
- Rivera, ES; y Casas, SW. 2005. Una descripción del valor de los bienes y servicios ambientales prestados por los manglares. Gaceta ecológica (74):54-68.
- Rivera, ES; Palacín, PC. 2011. Análisis de las actividades económicas en un manglar de usos múltiples. Un estudio de caso en San Blas, Nayarit, México. Estudios Sociales 19(38):196-220.
- Rzedoswki, J. 2006. Vegetación de México. 1ra edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 504 p.
- Sánchez-Páez, H; Ulloa-Delgado, GA; y Álvarez-León, R. 2000. Hacia la recuperación de los manglares del Caribe de Colombia. Bogotá, Colombia, Ministerio de Ambiente. 294 p.
- Santos, C; Michelotti, F; Sousa, R. 2010. En Brasil, construcción de la resistencia campesina a partir de la educación. Revista de agroecología 26(4):9-14
- Sheaves, M. 2009. Consequences of ecological connectivity: the coastal ecosystem mosaic. Marine Ecology Progress Series 391:107-115.
- Siddiqi, NA; & Khan, MA, 1996. Técnicas de plantación para manglares sobre nuevas acreciones en las áreas costeras de Bangladesh. In Field, C (ed.) La restauración de ecosistemas de manglar. ISME y OIMT. p. 157-175.
- Sosa, L; Gómez, R; Ferreira, O. 2004. Desarrollo del *Rhizophora* spp. en el Golfo de Fonseca, Honduras. s.n.t. 32 p.
- Soto, R; Jiménez, JA. 1982. Análisis fisonómico estructural del manglar de Puerto Soley, La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. Revista de Biología Tropical/International Journal of Tropical Biology and Conservation 30(2):161-168.
- Teas, H. 1977. Restoration of mangrove ecosystems. Florida, United States of America, Univ. of Miami, p. 33-124.

- Tovilla Hernández, C. 2006. Propuesta para la conservación, manejo y restauración en los bosques de manglar de la Costa de Chiapas. Chiapas, México, COCyTECH. 148 p.
- Tovilla Hernández, C; Morales García, B. 2013. Uso de la madera de mangle en comunidades de la Reserva La Encrucijada. *In* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. La Biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado Vol. 1. Chiapas, México, Conabio. p. 238-240.
- Tovilla Hernández, C; Orihuela Belmonte, DE. 2002. Supervivencia de *Rhizophora mangle* L. en el manglar de Barra de Tecoanapa, Guerrero, México. *Madera y Bosques* 8(1):89-102.
- Tovilla-Hernández, C; Salazar, A; Morales, GMS; Mazariegos, RML. 2004. Recuperación del manglar en la barra del río Cahoacán, en la costa de Chiapas. *Madera y Bosques*, 10(2):77-91.
- Ulloa G; Sánchez H; Tavera H. 2004. Restauración de manglares. Caribe de Colombia. 24 p.
- Valdez-Hernández, J. 2002. Aprovechamiento forestal de manglares en el estado de Nayarit, costa Pacífica de México. *Madera y Bosques*. Número especial, pp. 129-145.
- Windevoxhel, Nora, NJ. 1992. Valoración económica parcial de los manglares región II, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 115 p.
- Yáñez-Arancibia, A; Lara-Domínguez, AL. 1994. Los manglares de América Latina en la encrucijada. *Faro*, 1:3-7.
- Yáñez-Arancibia, A; Twilley, RR; & Lara-Domínguez, AL. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques* 4(2):3-19.
- Zanne, A; Lopez-Gonzalez, G; Coomes, D; Ilic, J; Jansen, S; Lewis, S; Miller, R; Swenson, N; Wiemann, M; Chave, J. 2009. Data from: Towards a worldwide wood economics spectrum. Dryad Digital Repository. <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.234>

8. Anexos

Anexo 1. Encuesta aplicada en el área de estudio del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Presentación y Consentimiento Informado

Hola, buen día; soy estudiante de la maestría de Economía, Desarrollo y Cambio Climático del CATIE. El objetivo de la encuesta es recolectar información que ayude a entender la situación actual de su comunidad y su relación con el manglar. La idea es realizarle una serie de preguntas; su participación es anónima y voluntaria. Si no desea participar, o si existe alguna pregunta que no desea contestar, puede decirlo sin ningún problema. ¿Desea colaborar con la encuesta? En caso afirmativo procederemos a realizar las preguntas.

Información general

Comunidad: _____ Fecha: _____ No. Encuesta: _____

Nombre del encuestador: _____

Estado civil: Soltero/a Casado/a Viudo/a Unión Libre

Género: M F Edad: _____

1. ¿Cuál es su nivel educativo?

No estudió o primaria incompleta Primaria completa Secundaria incompleta

Secundaria completa Universitaria incompleta Universitario completa

Otro: _____

2. ¿Cuál es su profesión u oficio? _____

3. ¿Usted trabaja? Identificar fuentes de empleo (ingreso)

Negocio propio Sector privado Sector público Jornal Remesas

Otro _____

4. ¿Cuántas personas de la familia trabajan actualmente?

Una Dos Tres Cuatro Más de Cuatro

5. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual de la familia?

Lps. 1 – 2,500 Lps. 2,501 - 5,000 Lps. 5,001 – 7,500 Más de Lps. 7500

6. ¿Cuántas personas viven en la vivienda?

Una Dos Tres Cuatro Cinco Más de cinco

7. ¿Cuántas de esas personas son menores de edad?

Una Dos Tres Cuatro Más de cuatro

8. ¿Cuántas personas en su vivienda son hombres?
Una Dos Tres Cuatro Más de cuatro
9. ¿Cuántas personas en su vivienda son mujeres?
Una Dos Tres Cuatro Más de cuatro
10. ¿Tiene usted acceso a servicios de salud?
Si No
11. **En caso afirmativo** ¿A qué distancia se encuentra el centro de salud más cercano?

12. ¿Cuántos años lleva viviendo en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado?
Menos de 5 años 5-10 años 10-15 años 15-20 años 20-25 años
25-30 años más de 30
13. Actualmente, del total de organizaciones o comités existentes en la comunidad ¿cuáles considera que están trabajando activamente?
Comité de turismo Patronato Junta de Agua Grupo de mujeres artesanas
Grupo de hombres artesanos Asociación de padres de familia Caja rural
Grupo de guías jóvenes Grupo de pescadores Otro _____
14. ¿Pertenece usted a algún comité u organización comunitaria? ¿Cuál?
Si No _____
15. ¿En dónde bota la basura del hogar?
En el río La entierra La quema La acumula en el patio otro _____
16. ¿Qué tipo de servicio sanitario utiliza?
Inodoro Letrina Ninguno
17. ¿De dónde obtiene el agua para consumo de su vivienda?
Del río Compra agua embotellada Pozo Otro _____
18. **En caso de ser agua embotellada** ¿Cuánto paga por cada botellón de agua?

19. **En caso de comprar agua embotellada** ¿Cuántos botellones de agua compran al mes en su vivienda?

20. ¿Con que material fue construida su vivienda?
 Bloque Madera Tierra Otro _____
21. En caso de ser de madera ¿Qué especie de madera utilizó para construir su vivienda?

22. ¿Qué cantidad de madera utilizó para construir su vivienda?

23. ¿Qué tipo de combustible utiliza para cocinar?
 Servicio de electricidad Gas Vegetación cercana (leña)
24. En caso de usar leña ¿De qué especies de árboles utiliza leña?

25. En caso de usar leña ¿Cuánta leña utiliza a la semana?

26. ¿En su vivienda hacen uso de carbón vegetal?
 Si No
27. ¿Utilizan el mangle para hacer carbón vegetal?
 Si No
28. ¿Qué cantidad de manglar extraen para obtener el carbón?

29. ¿Qué otros usos del manglar hacen en su vivienda?
 Leña Madera Taninos (teñir telas) Para construcción
 Otro _____
30. ¿Cuáles cree que son las principales razones por las cuales los turistas vienen a visitar el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado?

31. ¿En su vivienda/comunidad realizan alguna actividad en la cual dependan del manglar en la zona?
 Sí No
 ¿Cuál? ¿En qué consiste esa actividad?

32. ¿Considera que en el área protegida han habido daños a cultivos, recursos naturales, viviendas, animales, o a la vida humana a causa de fuertes vientos?

Sí No ¿Qué tipo de daños? ¿Cuándo?

33. ¿Considera que en el área protegida han habido daños a cultivos, recursos naturales, viviendas, animales, o a la vida humana a causa de inundaciones?

Sí No ¿Qué tipo de daños? ¿Cuándo?

34. ¿Qué tipo de actividades que se realizan en su comunidad o en el área protegida considera que afectan al manglar?

35. ¿En su comunidad o en el área protegida realizan algunas actividades para un buen manejo de los recursos naturales?

Sí No ¿Qué tipo de actividades? **¿INVOLUCRA AL MANGLAR?**

36. ¿En su vivienda realizan pesca artesanal como un medio de subsistencia?

Si No

37. **EN CASO DE RESPUESTA POSITIVA** ¿Cuántos miembros de su familia se dedican a la pesca artesanal?

38. EN CASO DE RESPUESTA POSITIVA ¿Qué cantidad de peces extraen por cada día que realizan dicha actividad?

39. ¿En su vivienda realizan venta de la pesca realizada como medio para generar ingresos?

Sí No

40. EN CASO DE RESPUESTA POSITIVA ¿Qué cantidad de la pesca es destinada para la venta?

41. ¿Cuántos días a la semana realizan pesca en su vivienda?

42. ¿Sabe usted lo que es la restauración de manglar?

Sí No

43. ¿Ha participado alguna vez en un proceso de restauración del manglar?

Sí No

44. ¿En caso de llevarse a cabo un nuevo proceso de restauración, estaría dispuesto a trabajar en el proyecto?

Sí No

45. En caso afirmativo ¿En qué actividades le gustaría trabajar?

Siembra Recolección de propágulos Establecimiento de viveros

Mantenimiento de viveros Otro _____

46. ¿Cuánto cobraría por día de trabajo realizando la actividad que mencionó?

47. Una vez que aplique la encuesta a todas las viviendas, ¿le gustaría conocer el resultado de las encuestas?

Sí No

Muchas gracias por su tiempo, pase usted muy buen día.

Fin de la encuesta.

Anexo 2. Cuadro de costos de herramientas y materiales para establecer el vivero, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Material	Costo unitario (Lps.)	Costo total (Lps.)	Costo total (US\$)
3 palas	250	750	32,26
3 azadones	200	600	25,81
5 machetes	150	750	32,26
1 carretilla	1500	1,500	64,52
3 rastrillos	150	450	19,35
1 zaranda	200	200	8,60
1 rollo cabuya grande	200	200	8,60
1 piocha	300	300	12,90
Malla sombra	7,560	7,560	325,21
Mano de obra	4,500	4,500	193,58
TOTAL		Lps. 16 810	US\$723,09

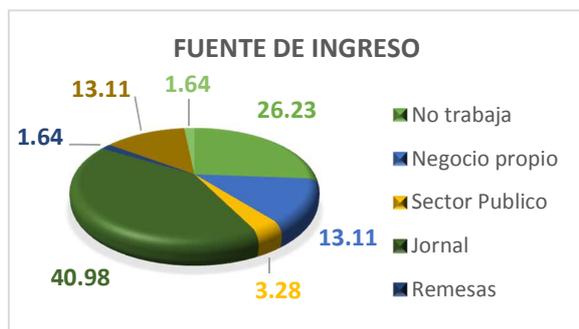
Anexo 3. Información socioeconómica de las comunidades en estudio del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

VARIABLE	PORCENTAJE
Mujeres encuestadas	54,1
Hombres encuestados	45,9
Personas sin comenzar/finalizar estudios primarios	65,57
Personas que se dedican a la pesca	24,59
Amas de casa	50,82
Personas solo con acceso a agua de pozo	40,98
Personas sin acceso a servicio sanitario/letrina	60,66
Personas que queman los desechos solidos	59,02

Anexo 4. Combustible para cocina en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras



Anexo 5 Fuente de ingreso de las familias del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras



Anexo 6. Acceso de la población a centro de salud, Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras



Anexo 7. Cuadro de ingresos promedios mensuales de las familias del Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Ingreso promedio	Frecuencia	Porcentaje
Lps. 1-2500	42	68,85
Lps. 2501-5000	14	22,95
Lps. 5001-7500	1	1,64
Más de Lps 7500	2	3,28
No sabe/No respondió	2	3,28
Total	61	100

Anexo 8. Cuadro de personas por vivienda con empleo en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Personas/vivienda	Frecuencia	Porcentaje
No Trabaja	1	1,64
Una persona	37	60,66
Dos personas	17	27,87
Tres personas	3	4,92
Cuatro personas	1	1,64
No respondió	2	3,28
Total	61	100

Anexo 9. Cuadro de hombres por vivienda en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado,

Hombres por vivienda	Frecuencia.	Porcentaje
Uno	14	22,95
Dos	21	34,43
Tres	15	24,59
Cuatro	7	11,48
Más de Cuatro	4	6,56
Total	61	100

Atlántida, Honduras

Anexo 10. Cuadro de mujeres por vivienda en el Refugio de Vida Silvestre Barras de Cuero y Salado, Atlántida, Honduras

Mujeres por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
Una	21	34,43
Dos	17	27,87
Tres	15	24,59
Cuatro	7	11,48
Más de Cuatro	1	1,64
Total	61	100