



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR

ÁREA DE CONOCIMIENTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE ECONOMÍA

TESIS

SENDERO INTERPRETATIVO COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN:

CASO BOSQUE DE MANGLAR EN EL COMITÁN, B. C. S.

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN TURISMO ALTERNATIVO

PRESENTA:

ROGELIO REAL GARCÍA

DIRECTORES:

DR. RICARDO BÓRQUEZ REYES (INTERNO)

DRA. SARA CECILIA DÍAZ CASTRO (EXTERNA)

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR; MAYO DE 2012.

Contenido

Agradecimientos.....	4
Lista de Tablas.....	6
Lista de Figuras.....	7
I.- Introducción.....	8
1.1 Área de estudio.....	9
1.2 Antecedentes.....	22
1.3 Objetivos.....	26
1.4 Justificación.....	27
II.- Revisión de la literatura.....	28
2.1 Ecoturismo, Senderismo.....	28
2.2El ecosistema de manglar.....	31
2.3 Capacidad de Carga.....	47
III.- Materiales y métodos.....	49
3.1 Análisis del área de estudio.....	49
3.2 Diseño del Sendero Interpretativo.....	52
3.3 Elaboración del material didáctico-informativo.....	52

IV.- Resultados.....	54
4.1 Bosque de manglar El Comitán: estado actual y Capacidad de Carga.....	54
4.2 Diseño de un sendero interpretativo.....	63
4.3 Estrategia didáctica-informativa.....	68
V.- Discusión.....	68
VI.- Conclusiones.....	73
VII.- Recomendaciones.....	75
VIII.- Bibliografía.....	77
ANEXOS.....	84
ANEXO 1. Cuadernillo: el ecosistema de manglar: un tesoro de dos mundos.....	85
ANEXO 2. Tríptico: sendero ecológico-interpretativo El Comitán.....	92

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente quiero hacer una dedicatoria de este trabajo con muy especial aprecio a mis abuelos maternos **Carlos García Avelar** y **Ma. De los Ángeles García Delgadillo**, quienes desde siempre me apoyaron y me dieron aliento para seguir adelante.

Quiero dar gracias a mis padres **Rogelio** y **Lourdes** que a pesar de las difíciles circunstancias siempre me apoyaron y tuvieron fe en mí y en que concluyera este trabajo.

A mis hermanas **Mary** y **Karla** que son parte fundamental de mi vida y que aunque a veces las fastidió un poco las quiero.

A mis directores la **Dra. Sara Díaz** por darme la oportunidad de realizar este proyecto y facilitarme en todo lo posible para que pudiera sacar adelante este trabajo, por su amistad, su cariño y confianza que me brindó desde un principio; al **Dr. Ricardo Bórquez** quien también fue un gran apoyo en todo momento siempre guiándome por el camino correcto tendiéndome su mano como profesional y como amigo alentándome en todo momento, brindándome su confianza en las situaciones más difíciles para mí.

Ademas quisiera agradecer a la **Dra. Alba Eritrea Vazquez** y al **L.C.F. Edgar Fuentes**, por su dedicación a la revisión de este trabajo, asi como sus aportaciones para el mismo.

Y por ultimo pero no menos importantes a mis amigos que los quiero como hermanos **Orlando, Alejandro, Sergio y Carlos** quienes desde hace años hemos compartido muchas experiencias tanto buenas como malas y que aquí siguen conmigo con su apoyo incondicional.

Institucionalmente quiero agradecer al Centro de Investigaciones Biológicas por albergarme durante el desarrollo de mi tesis y por la beca que me brindaron, así como uso de las instalaciones y equipo.

Y por supuesto a la UABCS quien me forjo durante cuatro años como profesionista y me permitió estudiar una carrera que logré culminar satisfactoriamente.

Gracias.

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1	Fauna asociada al manglar. Macroinvertebrados.....	19
Tabla 2	Fauna asociada al manglar. Aves.....	20
Tabla 3	Indicadores de la extensión de manglar en B.C.S.....	38
Tabla 4	Resultados de los factores de corrección y capacidad de carga física.	59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Micro y Macro localización del área de estudio.....	9
Figura 2	Características fenológicas de <i>Rhizophora mangle</i>	13
Figura 3	Características fenológicas de <i>Laguncuraria racemosa</i>	15
Figura 4	Características fenológicas de <i>Avicennia germinans</i>	18
Figura 5	Ecoturismo.....	29
Figura 6	Turismo de aventura.....	29
Figura 7	Turismo rural.....	30
Figura 8	Mapa de la distribución de manglares en México.....	37
Figura 9	Mapa de las regiones más importantes de manglares en B. C. S.....	39
Figura 10	Tipo de sendero lineal o abierto.....	64
Figura 11	Trazado del sendero interpretativo, El Comitán, B.C.S.....	65

I.- Introducción

Es de saberse que a los ecosistemas de manglar no se les ha dado la importancia que realmente tienen en la cadena trófica dentro del ambiente marino y terrestre, restando su participación en diversos procesos biológicos, teniendo como resultado la destrucción de éstos para dar lugar a grandes desarrollos humanos como viviendas, carreteras, proyectos inmobiliarios turísticos a gran escala, acuacultura, o simplemente la recreación familiar causando impactos nocivos a la salud de estos ecosistemas. Es en este último punto donde se basa el presente estudio; debido a la gran afluencia de visitantes que presenta el manglar de El Comitán, Baja California Sur, este se ha visto afectado por diversos factores que atentan la sustentabilidad del sitio.

La propuesta de aplicar un sendero interpretativo en esta zona de manglar es primordialmente la conservación del ecosistema y la difusión de la importancia que este tiene, el cómo influye en la vida cotidiana de las personas y los beneficios que trae consigo.

Se consideró esta área ya que el Programa de Acercamiento de la Ciencia a la Educación (PACE) adscrito al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), posee un programa de recorridos en un sendero interpretativo sobre el matorral xerófilo, tomando como idea principal este concepto para aplicarlo al ambiente de manglar; cabe mencionar que el manglar de El Comitán es aledaño a las instalaciones del CIBNOR.

1.1 Área de estudio.

1.1.1 Ubicación y delimitación.

Se localiza en la Ensenada de La Paz, también conocido como Ensenada de Arípez, Baja California Sur, México, (ver Mapa 3), a $24^{\circ}05'N$ y $110^{\circ}21'W$. Se trata de un predio llamado localmente como “El Comitán” (León de la Luz *et al.*, 1996).

Se delimita el área de estudio ubicado a $24^{\circ}07'54.91'' N$ y $110^{\circ}25'11.96'' W$, a menos de 1km al Sur de las instalaciones del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR).

Figura 1. Micro y Macro localización del área de estudio.



1.1.2 Descripción del ambiente físico.

De acuerdo con García (1973), el clima es del tipo BW(h')hw(e); es decir, muy árido, seco, cálido, con precipitación invernal inferior al 10% anual. El invierno es fresco, pero no se registran heladas. Enero y Agosto presentan temperaturas promedio extremas (fría y cálida), de 18° y 30°C respectivamente. Los datos de la estación meteorológica de La Paz revelan niveles máximos de 460 mm de precipitación total anual y mínimos de solo 20 mm. El promedio es de 180 mm anuales.

El periodo de sequía es de Marzo a Julio, el verano se caracteriza por los elevados niveles de radiación solar que favorecen la incidencia de las mayores temperaturas ambientales del año (hasta 44°C a resguardo).

Los vientos dominantes de noviembre a marzo provienen del noroeste y se les llama localmente "Collas", de abril a agosto, circulan con dirección oeste-sureste y son conocidos como "Coromueles" (Espinoza-Ávalos, 1979).

Félix-Pico (1975), reporta el tipo de sedimentos que se encuentran en la Ensenada, se observan grandes zonas de fango y detritus, sobre todo en las partes más someras del litoral sur, donde desembocan las descargas de aguas municipales.

Los suelos inorgánicos de los manglares están compuestos por lomos y arcilla que reciben temporalmente depósitos de nutrientes de las mareas; y los suelos orgánicos se forman de la acumulación de hojas y partes de otros

organismos. Esta parte orgánica de los manglares determina la alta productividad de estos ecosistemas.

La ensenada de La Paz posee un régimen de mareas semi diurno, esto quiere decir que existen 2 mareas altas y 2 mareas bajas en un periodo de 24 horas (Amador *et al.*, 2008).

1.1.3 Flora.

Las especies predominantes de este ecosistema son las tres especies de mangle que podemos encontrar no sólo en El Comitán, sino también en todo el Estado, las cuales se describen a continuación.

Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*).

Especie característica de los litorales donde forma a menudo masas puras en las zonas intermareales de lagunas costeras y esteros con influencia de agua salada. Crece en ambientes de continuo movimiento de agua y salinidad variable (hipersalino o salobre). Su mejor desarrollo es en litorales someros, con poca pendiente donde la marea entra con mayor facilidad. Se desarrolla en los sitios protegidos contra la acción del oleaje fuerte. Los manglares más productivos se desarrollan en estuarios con lodo fino, compuesto de cieno, arcilla y alto porcentaje de materia orgánica.

Se trata de una especie halófito facultativa. Aun cuando presenta una amplia distribución y abundancia en el país, se considera una especie rara debido a la distribución restringida de su hábitat (especie estenoica). Se le encuentra a lo largo de las costas del Golfo, el Pacífico y el Caribe, en latitudes tan extremas como Isla San Esteban en Baja California o Huixtla, en el sur de Chiapas.

Descripción.

Forma: Árbol o arbusto perennifolio, halófito, de 1.5 a 15 m (hasta 30 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 5 cm. Altitud: nivel del mar.

Copa/hojas: Copa redondeada. Hojas opuestas, simples, pecioladas, elípticas a oblongas, aglomeradas en las puntas de las ramas, de 8 a 13 cm de largo por 4 a 5.5 cm de ancho, lisas, gruesas, verde oscuras en el haz y amarillentas con puntos negros en el envés.

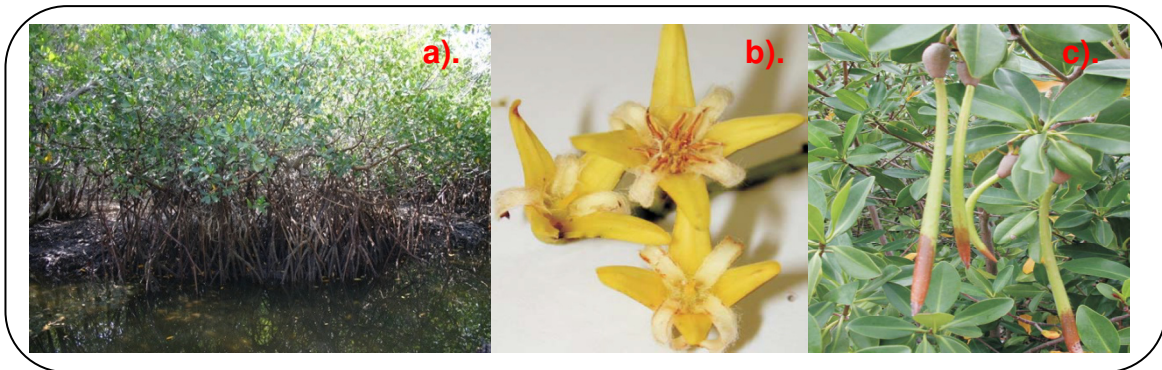
Flor (es): Inflorescencia simple, con dos o tres flores caríceas, amarillo verdosas. La floración ocurre durante todo el año, predominantemente en el verano-otoño, pero varía dependiendo la localidad.

Fruto (s): Baya color pardo, piriforme de 2 a 3 cm de largo. Se desarrolla una semilla, rara vez dos, por fruto.

Semilla: Una sola semilla germina en el interior del fruto (viviparidad). Los propágulos son frecuentemente curvos de color verde a pardo y presentan numerosas lenticelas. Miden de 22 a 40 cm de largo por 1 a 2 cm de diámetro.

Raíz: Raíces fulcreas, ramificadas, curvas y arqueadas. Destacan las modificaciones de sus raíces en prolongaciones aéreas del tallo como zancos o prolongaciones cortas que emergen del suelo llamadas neumatóforos.

Figura 2. Características fenológicas de *Rhizophora mangle*; a) Árbol, b) Flor, c) Semilla.



Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*).

El mangle blanco crece en una variedad de condiciones en altitudes de 0 a 15 m sobre el nivel del mar. Prospera en las orillas de las lagunas costeras, bahías protegidas y desembocaduras de ríos donde hay zonas de influencia de agua de mar. Crece en suelos desde cenagosos hasta arcillosos arenosos.

De las especies que se encuentran en nuestro país es la que tiene menor tolerancia a la salinidad.

Se desarrolla en climas tropicales lluviosos con estación seca en invierno ya sea corta (Am) o larga (Aw). Así mismo en climas secos semiáridos o áridos (Bw o BS).

En México, el mangle blanco habita en ambas costas, desde Tamaulipas y Yucatán por el lado del Golfo y desde Baja California y Sonora hasta Chiapas por el Océano Pacífico. Actualmente, debido a que los bosques de mangle han sido reemplazados por otros usos del suelo, se encuentran en manchones aislados en los distintos estados.

Descripción.

Forma: Árbol o arbusto de hasta 20 m de altura, aunque generalmente mide entre 4 y 6 m de alto por 60 cm de diámetro. Tronco recto con ramas ascendentes, su corteza externa es de color gris oscuro a rojizo y se parte en pequeñas placas.

Copa/hojas: Copa redondeada y densa. Las hojas son opuestas, elípticas y redondeadas tanto en la base como en el ápice, miden de 4 a 10 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho; la parte superior de la hoja (haz) es verde oscuro brillante y la parte inferior (envés) es verde amarillento. En la base de las hojas (pecíolo) poseen un par de glándulas cerca de la base de la lámina. La hoja tiene numerosas glándulas hundidas en el envés de la lámina por donde excretan las sales, y pueden verse fácilmente a contra luz.

Flor (es): Sus flores crecen en grupos en la punta de ramillas en las axilas de las hojas o al final de las ramas jóvenes. Las flores masculinas y femeninas se

desarrollan en diferentes individuos (especie dioica). Las partes externas de la flor se fusionaron formando un tubo (hipanto) con cinco lóbulos triangulares, al final del tubo nacen cinco pétalos diminutos blancos, florece especialmente en los meses más lluviosos.

Fruto (s): Son dos nuececillas sedosas y carnosas de 1 a 2.5 cm de largo y tienen varios surcos longitudinales conteniendo una semilla de casi 2 cm.

Semilla: Por lo general el fruto cae del árbol progenitor y la radícula emerge después de unos días. Los frutos se hunden después de flotar por casi cuatro semanas y el crecimiento comienza cuando la plántula se encuentra sumergida.

Figura 3. Características fenológicas de *Laguncuraria racemosa*; a) Árbol, b) Hojas, c) Semilla.



Raíz: Sistema de raíces de gran tamaño, extendidas y horizontales a partir de las cuales se desarrolla un subsistema de raíces en forma de clavijas arriba y debajo de la superficie (neumatóforos con lenticelas). Estas raíces tienen forma de maza y en sus cabezas terminales tienen un tejido especial para la ventilación.

Foto 1. Neumatóforos de *L. racemosa*.



Mangle negro (*Avicennia germinans*).

El mangle negro se diferencia de las otras especies por ser la menos tolerante a la salinidad por lo cual tiene preferencia por las partes costeras más elevadas y alejadas del mar.

En su estado original el mangle negro se encuentra en formaciones leñosas densas en una altitud de 0 a 15 m sobre el nivel del mar. Al igual que el mangle blanco (*L. racemosa*), el mangle negro se desarrolla en climas lluviosos tropicales con estación seca en invierno corta (Am) o larga (Aw), y en climas secos semiáridos o áridos (BW o BS).

Habita en las orillas de lagunas costeras, bahías y desembocaduras de ríos con influencia de agua de mar. Se encuentra en sitios cenagosos más alejados de

la inundación y con niveles menores de salinidad que el resto de las especies de mangle. Su presencia está determinada tanto por el nivel de agua superficial como por la salinidad.

Esta especie puede encontrarse habitualmente a lo largo de ambas costas mexicanas.

Descripción.

Forma: árbol pequeño o arbusto de gran talla, perenne, generalmente de 2 a 8 m de altura, en algunos casos hasta 30 m, son un tronco de 20 a 60 cm de diámetro. Su corteza esta levemente fisurada en placas.

Copa/hojas: hojas simples, opuestas de 3 a 12 cm de largo por 1 a 4 cm de ancho. Lamina foliar oblonga a lanceolado-elíptica, ápice obtuso de base cuneada. Con glándulas excretoras en el envés de la hoja. Haz de color gris verdoso y envés mas pálido (verde grisáceo).

Flor (es): inflorescencias en las puntas de las ramas, con flores verdosas, crema o blanquecinas, de órganos femeninos y masculinos (especie monoica). Florece durante todo el año, principalmente de mayo a julio.

Fruto (s): Es una capsula verde pálida, comprimida lateralmente hasta de 4 cm de longitud en la madurez, con pequeños pelos que le dan apariencia de polvo.

Semilla: Es de las únicas plantas verdaderamente vivíparas, las semillas se mantienen fijas a la planta madre y germinan formando un embrión (propágulo).

Raíz: Raíces superficiales, crecen erectas y saliendo del agua alrededor del tronco principal, posee neumatóforos para la absorción de oxígeno en suelos pantanosos.

Figura 4. Características fenológicas de *Avicennia germinans*; a) Árbol, b) Hoja, c) Semilla.



1.1.4 Fauna asociada al manglar.

Tabla 1. Fauna asociada al manglar. Macroinvertebrados.

Crustáceos	
Nombre Científico	Nombre común
<i>Aratus pisonii</i>	
<i>Pachygrapsus transversus</i>	
<i>Goniopsis pulcra</i>	
<i>Uca crenulata</i>	Cangrejo violinista
<i>Petrolisthes armatus</i>	
<i>Sesarma sulcatum</i>	
<i>Cardisoma crassum</i>	
<i>Callinectes arcuatus</i>	
<i>Acantholobulus mirafloresensis</i>	
<i>Eurytium albidigitum</i>	
Moluscos	
<i>Crassostrea palmula</i>	Ostión de mangle
<i>Anadara tuberculosa</i>	Pata de mula
<i>Corbula inflata</i>	Almeja de lodo
<i>Brachidontes semilaevis</i>	
<i>Cumingia adamsi</i>	
<i>Nerita funiculata</i>	
<i>Lithophaga aristata</i>	
Arácnidos	
<i>Gasteracantha cancriformis</i>	Araña cangrejo
<i>Neoscona oaxacensis</i>	Araña botijona

Tabla 2. Fauna asociada al manglar. Aves.

Nombre científico	Nombre común
<i>Actitis macularia</i>	Playero Alzacolita
<i>Amphispiza bilineata</i>	Gorrión Gorjinegro
<i>Archilochus costae</i>	Colibrí de costa
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca/Garza grande
<i>Ardea herodias</i>	Garzón cenizo/Garza morena
<i>Auriparus flaviceps</i>	Verdín/ Balonsillo
<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal
<i>Catgates aura</i>	Aura cabecirroja
<i>Catopirophorus semipalmatus</i>	Playero Pihuhui
<i>Centurus uropygialis</i>	Carpintero de Gila
<i>Charadrius alexandrinus</i>	Chorlito nevado
<i>Corvus corax</i>	Cuervo
<i>Egretta rufescens</i>	Garza rojiza/Garceta rojiza
<i>Egretta thula</i>	Garza nívea/Garceta de pie dorado
<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor
<i>Eudocimus Albus</i>	Ibis Blanco
<i>Fragata magnificens</i>	Fragata Magnifica
<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero Americano
<i>Lanius ludovicianus</i>	Lanio americano
<i>Larus heermanni</i>	Gaviota de Heermann
<i>Larus livens</i>	Gaviota Pata Amarilla
<i>Limosa fedoa</i>	Picopando Canelo
<i>Mimus polyglottos leucopterus</i>	Cenzontle
<i>Numenius phaeopus</i>	Zarapito Trinador
<i>Nyctanassa violácea</i>	Garza-nocturna Corona clara
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza-nocturna Corona negra

...continúa Tabla 2.

<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán Pescador
<i>Passer d. domesticus</i>	Gorrión Doméstico
<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano Blanco Americano
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán bicrestado/orejudo
<i>Polioptila californica</i>	Perlita Californiana
<i>Polyborus plancus</i>	Quebrantahuesos/Caracara común
<i>Sterna máxima</i>	Golondrina-marina Real
<i>Zenaida asiática</i>	Paloma Aliblanca

1.2 Antecedentes.

Hace más de treinta años que la Federación Española de Montaña asumió el reto de desarrollar una nueva actividad deportiva, el senderismo, en consonancia con lo que las federaciones y asociaciones homólogas llevaban ya años haciendo en Europa. Es de justicia reconocer que este desarrollo se debe gracias a los federativos tanto nacionales como autónomos, que fueron dando cabida, recursos y cariño al desarrollo del senderismo en España (FEDME, 2007).

A mediados de la década de los noventa, veinte años después de pintar la primera marca en Tivissa (Tarragona), cambió la situación. La sociedad española buscó desarrollar su ocio en la naturaleza.

Se constató un nuevo perfil del senderista que hizo reflexionar a las federaciones. Se advirtió la influencia en el desarrollo socioeconómico sostenible en las zonas rurales por donde pasarían los senderos, las implicaciones positivas en la salud física y psíquica. Además de la potencialidad en la sensibilización medioambiental de los españoles, hoy en día es una realidad cotidiana la práctica de este deporte entre la sociedad (FEDME, 2007).

En Europa, específicamente en la República Checa, observamos un modelo basado en una extensa red de ecosenderos turísticos públicos, gratuitos y orientados principalmente al mercado nacional. Los checos cuentan con 30 000 km. de ecosenderos turísticos y más de 400 senderos interpretativos.

La experiencia de los países centroeuropeos, quienes anteceden a México en la formación de senderos, es aproximadamente de unos cien años. Es interesante observar que la extensa mayoría de los senderos en Europa la entrada es gratuita y pública. Su mantenimiento lo sostienen económicamente una parte el gobierno y por otra las asociaciones turísticas con el trabajo de miles de voluntarios.

A diferencia de muchos senderos mexicanos, donde los principales financiadores gubernamentales como son la Secretaría de Turismo (SECTUR), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) exigen en sus proyectos realizar proyecciones económicas y solicitan enumerar los beneficios en forma de plazas de trabajo creadas y estas deben ser sostenidas económicamente por las entradas pagadas por los visitantes.

Otro punto es que en la construcción de los senderos mexicanos se tienden a desarrollar arreglos tipo parque, que utilizan materiales industrializados y más costosos para construirse, operarse y mantenerse, a comparación de los europeos que son mucho más rústicos.

México es un país de enormes potencialidades turísticas, pero su cultura turística es muy reciente, lo que produce que esas oportunidades de potenciar turísticamente al país, sean escasas, y más aun, en un ecosistema tan complejo como lo son los manglares.

México ocupa un lugar entre los cinco países con mayor número de manglares a nivel mundial, pero también uno de los primeros lugares en cuanto a

desaparición de estos ecosistemas. La superficie de manglar calculada por INEGI en 1976 fue 1´041, 267 hectáreas.

En el año 2000, la superficie total detectada como manglar fue de 880,000 hectáreas aproximadamente. Se ha calculado que la tasa de pérdida anual de superficie de manglar entre 1976 y 2000 fue de 2.5% (INE, 2005).

Las actividades humanas constituyen la principal amenaza para los manglares. Entre las principales actividades están la destrucción del hábitat, la contaminación y la sobreexplotación de los recursos. La falta de planificación del desarrollo urbano, industrial y turístico, así como del desarrollo agrícola, ganadero y acuícola, han desplazado y reducido extensiones considerables de manglares.

En Baja California Sur (B.C.S.) debido al incremento de grandes desarrollos turísticos y la creciente mancha urbana, estos ecosistemas están expuestos a ser reemplazados por los complejos inmobiliarios.

La falta del conocimiento de la importancia ecológica del manglar hace que estos ecosistemas sucumban ante la presión del crecimiento poblacional y desarrollos turísticos. Pero no se puede conservar lo que no se conoce, por lo que el difundir de una manera vivencial la importancia que tienen como hábitat crítico para la crianza, alimentación y refugio de muchas especies que en estado adulto son parte importante de pesquerías comerciales y por lo tanto tienen un valor comercial, lo que redundará en beneficios para la sociedad, el conocer todo esto permitirá contar con una sociedad más consciente del valor de la conservación.

Durante mucho tiempo, los manglares han sido considerados como zonas insalubres, de agua estancada y criadero de mosquitos, sin ningún valor para la sociedad. Para mejorar estas áreas, los manglares se derribaban y se convertían en desarrollos turísticos o granjas acuícolas. Esta visión está cambiando a nivel mundial, al comprobarse su importancia ecológica, económica e incluso social. Sin embargo, según estudios del propio sector ambiental, en México, la tasa de deforestación de manglares es alta (2.5% anual; INE, 2005), por lo que la conservación de este ecosistema es todavía un reto (Calderón, C., O. Aburto, E. Ezcurra, 2009).

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general.

Analizar las condiciones y recursos para diseñar y proponer un sendero interpretativo en El Comitán B. C. S., como estrategia de conservación del ecosistema.

1.3.2 Objetivos específicos.

1.3.2.1 Determinar las condiciones adecuadas para un funcionamiento óptimo del sendero sin generar un impacto negativo en la zona.

1.3.2.2 Identificar las áreas y especies de mayor importancia y relevancia ecológica en el manglar del Comitán, e incluirlas en el diseño del sendero. Además de plantear la inclusión de infraestructura amigable con el ambiente.

1.3.2.3 Elaborar guías de identificación de la flora y fauna de mayor importancia que reside en el ecosistema; de igual manera elaborar material didáctico para reforzar el aprendizaje.

1.4 Justificación.

Baja California Sur es un estado prácticamente prístino en su mayor parte, de tal manera que es uno de los lugares privilegiados en los que se puede actuar a tiempo para conservar diferentes ecosistemas. Por otra parte los manglares se distribuyen en las regiones tropicales del mundo y en nuestro estado se encuentran el límite septentrional a nivel mundial en la costa oriental pacífica, por lo que son considerados de mayor fragilidad (González *et al.*, 2008).

La superficie de manglares en B. C. S. es de alrededor de 25,851 ha. (CONABIO, 2009) Desafortunadamente, el hábitat de manglar sufre de una serie de amenazas tales como el desarrollo costero (Whitmore *et al.*, 2004), granjas de camarón (Páez – Osuna *et al.*, 1998) y la contaminación.

La finalidad de este proyecto es que por medio del desarrollo de un sendero interpretativo, la población valore la importancia que tienen estos ecosistemas, la vulnerabilidad a la que están expuestos y su fragilidad ecológica. Además de contar con un sitio donde la sociedad e instituciones educativas puedan hacer de él un lugar recreativo, cultural y educativo primordialmente.

II.- Revisión de literatura.

2.1 Ecoturismo, senderismo.

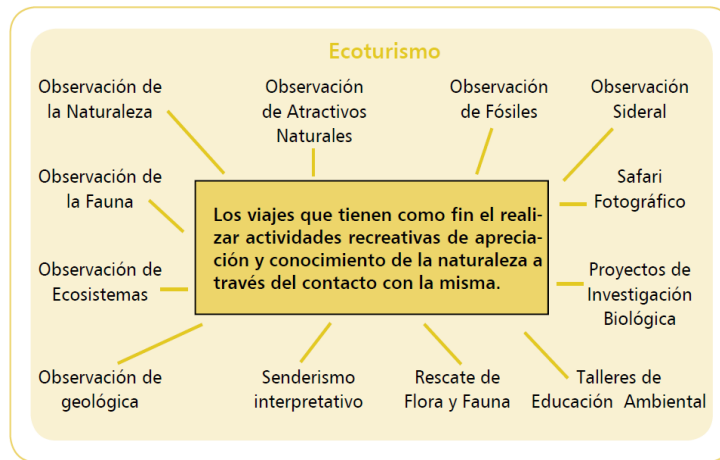
Según la Secretaría de Turismo (SECTUR), los Senderos Interpretativos son una herramienta educativa cuya principal finalidad es la de comunicar sobre el valor de la conservación del patrimonio cultural y la biodiversidad de nuestras comunidades, las diferentes regiones que reciben visitantes permitiendo el contacto directo de los visitantes con los valores sobre los que se quiere dar un mensaje. La cual es una actividad donde el visitante transita a pie o en un transporte no motorizado por un camino a campo traviesa predefinido y equipado con cédulas de información, señalamientos y/o guiados por interpretes de la naturaleza, cuyo fin específico es el conocimiento de un medio natural. Los recorridos son generalmente de corta duración y de orientación educativa.

El Senderismo Interpretativo se desenvuelve dentro de una serie de actividades recreativas todas con fines de aprendizaje sobre el medio natural. De las cuales a su vez, éstas, forman parte del Ecoturismo.

El Ecoturismo se define como “los viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas de apreciación y conocimiento de la naturaleza a través del contacto con la misma”.

El Ecoturismo, forma parte del Turismo Alternativo, el cual ha sido dividido por la SECTUR en tres grandes segmentos, subdivididos con sus actividades correspondientes como se muestra en las figuras 5, 6 y 7.

Figura 5. Ecoturismo.



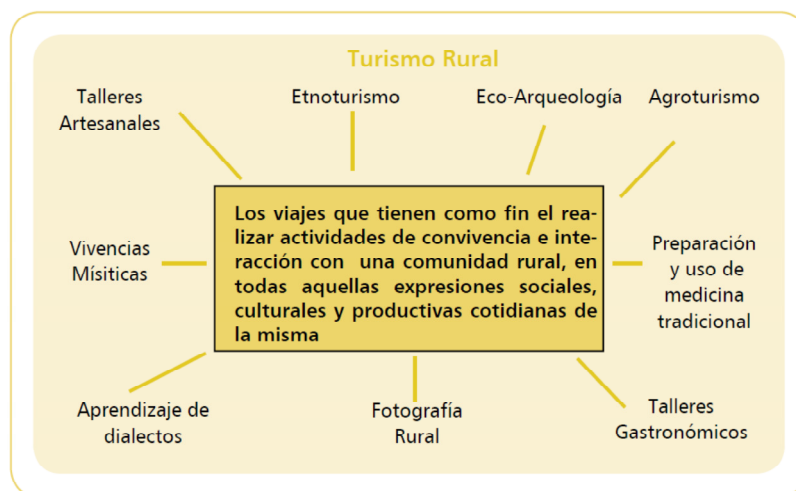
Fuente: Sector (2004).

Figura 6. Turismo de aventura.



Fuente: Sector (2004).

Figura 7. Turismo rural.



Fuente: Sector (2004).

La SECTUR define al *Turismo Alternativo* como: "Los viajes que tienen como fin realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales".

El turismo alternativo, es el reflejo de este cambio de tendencia en el mundo, representando una nueva forma de hacer turismo, que permite al hombre un reencuentro con la naturaleza.

El turismo actual debe de contribuir a la conservación de los recursos naturales, mediante una planeación integral sobre el uso y manejo de éstos, así

como establecer y desarrollar una cultura turística medio ambiental y responder a la demanda de dejar este mundo en condiciones optimas para los que vivirán el mañana, respondiendo a la exigencia de un turista preocupado por el medio ambiente, su bienestar físico y espiritual.

En la búsqueda por acercarse a la naturaleza de una forma más directa y activa, pero a la vez más responsable, valorando y respetando las particularidades naturales y socioculturales, dio surgimiento a este nuevo concepto de turismo, el cual, plantea una interrelación más estrecha con la naturaleza, preocupado en la conservación de los recursos naturales y sociales del área en que se efectúa la actividad turística (SECTUR, 2004).

Actualmente, en México, no existe un sendero interpretativo que se desarrolle en áreas de manglar. Ecosistema de suma fragilidad y hoy en día vulnerable ante los crecientes factores que afectan directa e indirectamente la sustentabilidad de éste ambiente, por lo que es claro la conservación de estos ambientes.

2.2 El ecosistema de manglar.

La palabra manglar se utiliza para nombrar a un ecosistema costero que se da en los litorales de las zonas tropicales y subtropicales del mundo y está formado por un conjunto de árboles de mangle y sus especies asociadas.

Su nombre deriva de los árboles que los conforman, los mangles. El vocablo *mangle* es originalmente guaraní y significa *árbol retorcido* (CONAFOR, 2009).

Los manglares son asociaciones de árboles o arbustos llamados mangles, que se distribuyen a lo largo de las costas del planeta. Los manglares son un tipo especial de bosque que marca la transición entre la tierra y el mar (DUMAC, 2006).

Los mangles son plantas anfibas (con características terrestres y acuáticas) y se componen de algunas especies de árboles generalmente vivíparos (las semillas germinan en el árbol y reciben el nombre de propágulos). Según las condiciones de cada lugar, las especies de mangle pueden ser arbustos de baja altura o hasta árboles de 40 metros de alto y más de un metro de diámetro. Todos ellos son tolerantes a condiciones extremas de salinidad, a la inundación permanente o temporal, a la falta de oxígeno en el suelo y agua, y a los suelos inestables. Cada especie de mangle ha desarrollado diferentes adaptaciones en sus raíces, tallos y hojas, por lo tanto podemos encontrarlos ocupando cada una un lugar especial, fenómeno que se llama zonación (CONAFOR, 2009).

Geográficamente, los manglares se distribuyen siguiendo las características climáticas y fisiográficas de la costa. Se presentan en áreas donde la temperatura ambiental no es menor a los 20° C y la oscilación de ésta no es mayor a 5° C (Agráz-Hernández *et al.*, 2006).

2.2.1 Funciones y servicios ambientales.

Los manglares son unos de los ecosistemas biológicamente más productivos del planeta, es decir, generan gran cantidad de materia orgánica (en forma de hojarasca, flores, frutos, propágulos, madera y corteza) que permite sostener una enorme cadena alimenticia en la que intervienen diversas especies de fauna (CONAFOR, 2009).

Los bosques de manglar se encuentran relacionados funcionalmente con los ecosistemas lagunares-estuarinos, proporcionando múltiples servicios, usos y funciones de valor para la sociedad, para la flora y fauna silvestre, y para el mantenimiento de sistemas y procesos naturales (Agráz-Hernández *et al.*, 2006).

De acuerdo con Barbier (1994) y Costanza (1997), entre las principales funciones y servicios que provee este ecosistema están los siguientes:

- Dentro de este ecosistema ocurren estadios juveniles de cientos de especies, funcionando como criadero natural de peces, crustáceos y moluscos que forman parte de la pesca comercial que se da en la zona costera y que representa un importante ingreso económico para los países y comunidades locales. Se calcula que el 40% de la pesca comercial se realiza en la zona litoral y del 70-90% de las especies que se capturan dependen de los manglares como sitios de crianza (DUMAC, 2006).

- Funcionan como grandes reservorios de agua en las zonas costeras que permiten la recarga de acuíferos y evitan la salinización de las tierras de cultivo.
- Actúan como filtros biológicos sedimentando el exceso de nutrientes, agroquímicos e incluso hidrocarburos, por lo que se les considera los “riñones” del planeta.
- Es fuente de recursos básicos como madera, carbón, leña y ácido tánico que se utiliza como colorante y curtiente de pieles.
- Son clave en la protección de las costas contra la erosión provocada por el viento y el oleaje, formando barras naturales contra los huracanes disminuyendo los daños provocados por inundaciones al retener suelos y disminuir la fuerza de las corrientes dispersando el agua.
- Fungen con soporte biofísico a otros ecosistemas costeros como los pastos marinos y arrecifes de coral.
- Producen oxígeno y sirven como sumideros de CO₂.
- Forman parte de la regulación de clima local y global.
- Hábitat temporal o permanente de especies de importancia comercial para la pesca.
- Hábitat de aves migratorias y de colonias de reproducción.

- Materia para la investigación científica y zona de desarrollo de la industria del ecoturismo.

CONAFOR, (2009), DUMAC, (2006). Al igual que los servicios ambientales benéficos que aportan estos ecosistemas, hay actividades que amenazan este hábitat, principalmente las actividades humanas.

- Deforestación.
- Desarrollo de granjas acuícolas.
- Por impactos directos tales como el cambio de uso de suelo (desarrollos portuarios, turísticos y urbanos).
- Por impactos indirectos como cambios en el régimen hidrológico por construcciones de carreteras, bordos, muelles, canales o dragados.
- Por causas de origen natural como el aumento del nivel del mar, sequías, huracanes, erosión, etc. (Dugan, 1992).
- Contaminación por descarga de aguas residuales.
- Y actualmente el cambio climático debido a la elevación en la temperatura del mar.

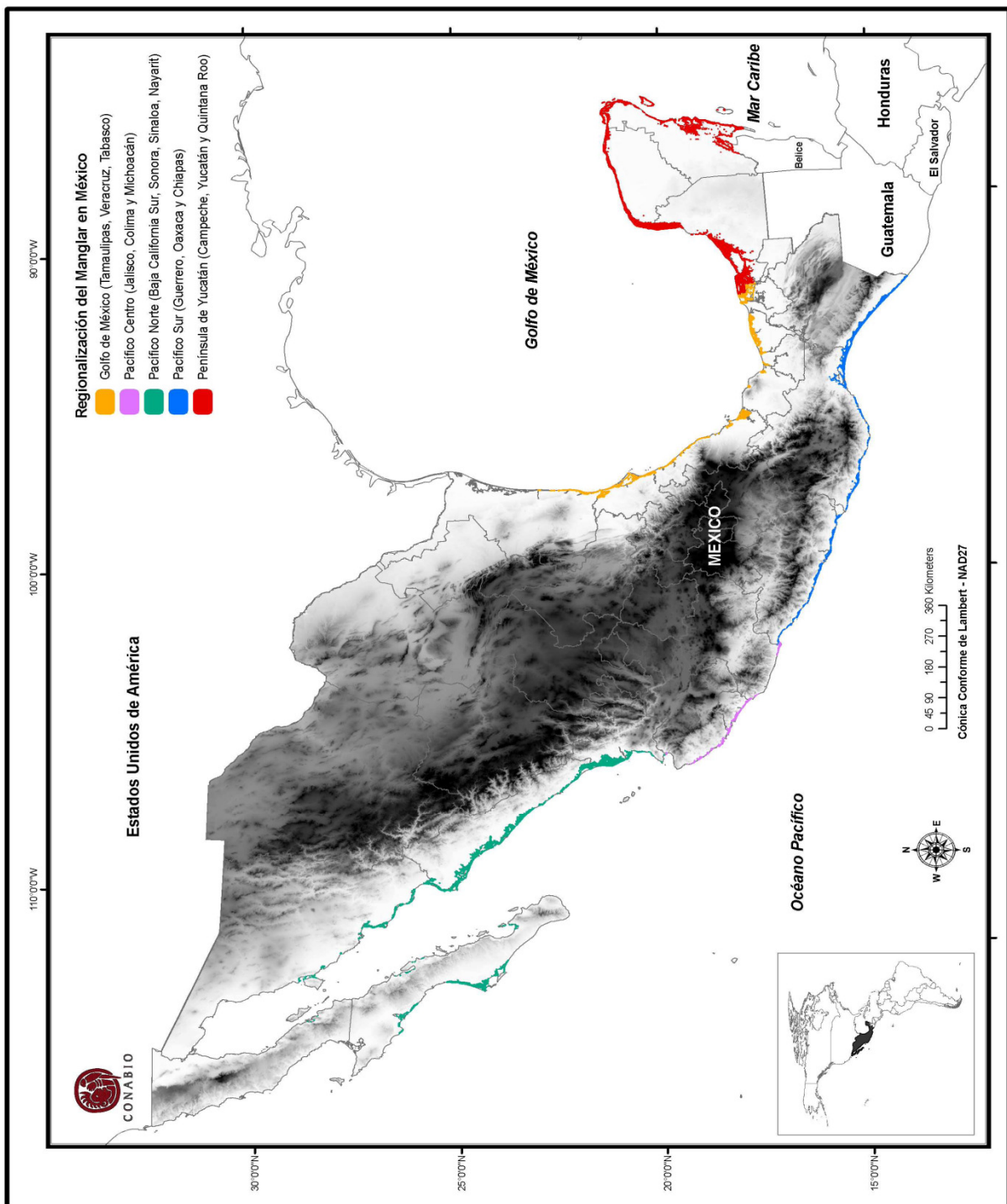
2.2.2 México y sus manglares.

México es un país privilegiado por su biodiversidad, se ubica en el cuarto lugar entre los países megadiversos. Sus características derivan de su ubicación geográfica y de su relieve. El país se extiende dentro de dos de las regiones biogeográficas reconocidas en el mundo, la neártica y la neotropical, las cuales se entrelazan en el sur y centro del país, creando una importante zona para la biodiversidad del planeta (CONABIO, 2006).

En México hay cinco especies de mangles: el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle negro (*Avicennia germinans*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y una especie de mangle rojo que solo ha sido registrada en las costas de Chiapas (*Rhizophora Harrisoni*), (Agráz-Hernández *et al.*, 2006). México ocupa un lugar entre los cinco países con mayor número de manglares a nivel mundial (INE, 2005).

La superficie de manglar estimada para México es de 770,057 hectáreas. El ecosistema de manglar está presente en los 17 estados de la República con litoral (ver figura 1). La Región Península de Yucatán contiene el 55% (423,751 ha) de la extensión total en México, seguida por la región Pacífico Norte con 24.5% (188,900 ha). Las regiones Golfo de México y Pacífico Sur contienen 11% (84,442 ha) y 8.6% (66,374 ha), respectivamente. La región Pacífico Centro es la que menor extensión de manglar contiene con un 0.9% (6,590 ha).

Figura 8. Mapa de la distribución de manglares en México.



Fuente: CONABIO (2007).

Baja California Sur cuenta con 2,087 Kms de línea costera, del cual un 11.4% es ocupado por zonas de manglar, lo que nos da un aproximado de 25,851 hectáreas en todo el Estado (CONABIO, 2009).

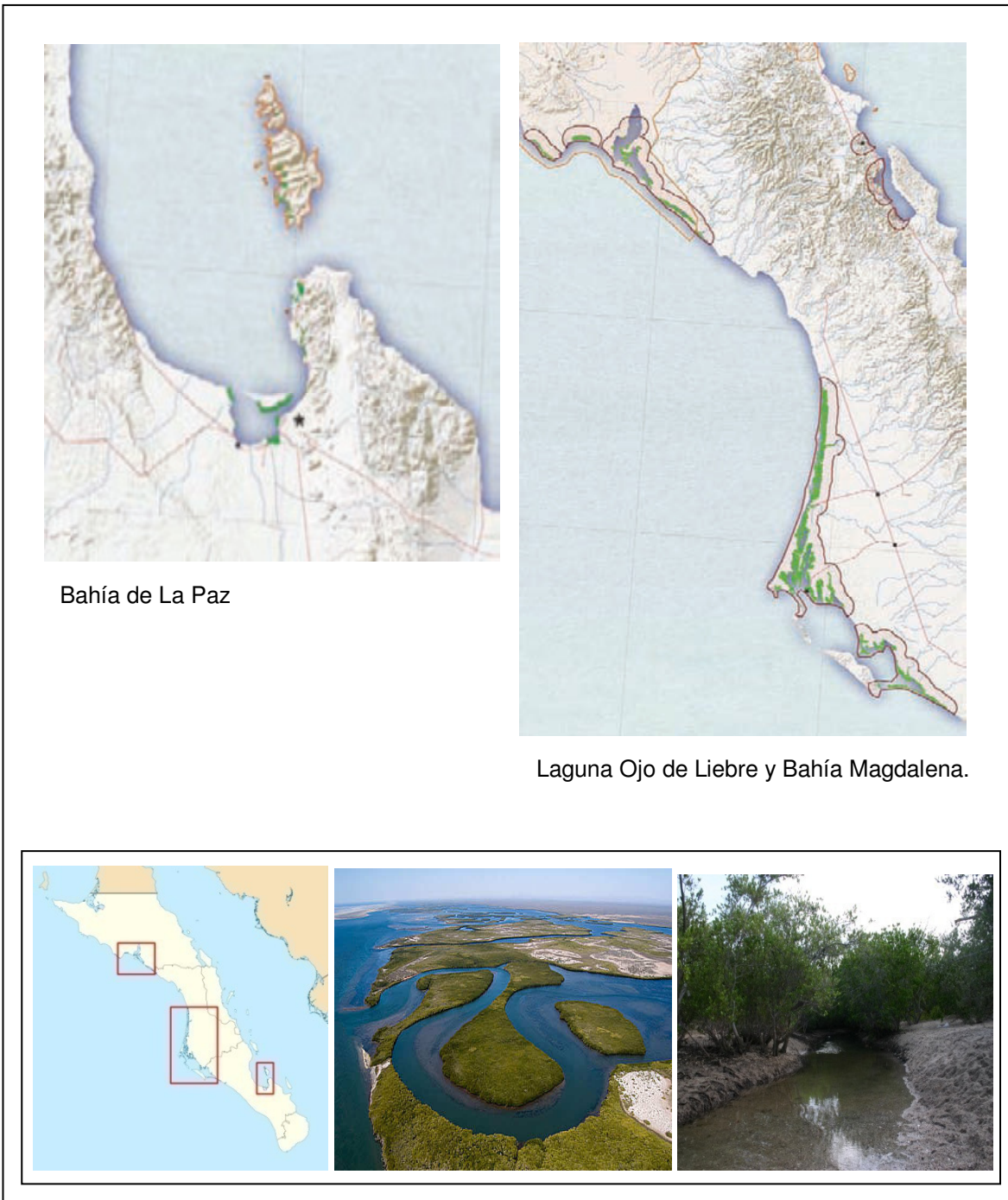
De acuerdo con González-Zamorano *et al.*, (2011), en total se identifican 160 ambientes de manglar en ambas costas (oriental y occidental). En la costa occidental estos son continuos donde se desarrolla la cobertura vegetal más importante (315.9 km²) y en la costa oriental se distribuyen de manera irregular y aislada con escasa cobertura vegetal (4.97km²).

Tabla 3. Indicadores de la extensión de manglar en B.C.S.

Baja California Sur	Superficie (ha)
Extensión de manglar	25,851
Extensión de la línea costera (km)	2,087
Manglar en Áreas Naturales Protegidas federales	3,556
Manglar en Áreas Naturales Protegidas estatales	-
Total de manglar bajo protección	3,556
	Numero
Sitios prioritarios de manglar	3
Sitios RAMSAR con manglar	3
Áreas Naturales Protegidas federales con manglar	2
Áreas Naturales Protegidas estatales con manglar	-
	Porcentaje
Línea de costa ocupada por manglar	11.4
Manglar protegido en el estado	13.8

Fuente: CONABIO, 2009.

Figura 9. Mapa de las regiones más importantes de manglares en B. C. S.



Fuente: CONABIO (2009)

2.2.3 Importancia económica del ecosistema de manglar mundial y local.

Los bosques de manglares son uno de los ecosistemas biológicamente más importantes en las áreas de costa, contribuyen al flujo de energía entre el mar y la tierra y proporciona servicios ecológicos vitales como la producción de alimento, hábitat y recreación. Estos bosques costeros influyen fuertemente en la estructura en las comunidades vecinas del mar incrementando la biomasa de peces e invertebrados de importancia económica que pasan parte de su ciclo de vida en este ambiente.

Los manglares a nivel mundial están desapareciendo rápidamente, no obstante que claramente han sido documentados los servicios ambientales que prestan y la biodiversidad que albergan. La falta de vinculación entre los procesos ecológicos y los beneficios económicos que reciben estos, ha favorecido actividades económicas que han reducido la cobertura de manglar alarmantemente y ha resultado en costos sociales elevados.

La destrucción de manglares tiene un fuerte impacto económico en las comunidades pesqueras locales y en la producción de alimento en la región.

El valor anual de los ecosistemas de manglar a nivel mundial ha sido estimado en \$1,648 billones de dólares. No obstante, la cobertura de manglar continúa reduciéndose a una tasa alarmante debido al desarrollo inmobiliario costero, turismo y acuacultura (Aburto-Oropeza *et al.*, 2008).

El valor económico del manglar derivado del cultivo de camarón se ha estimado de hasta US\$ 5,292 por hectárea al año, y el valor económico derivado de la pesca es de hasta US\$ 5,330 ha/año. Una hectárea de manglar genera entre 1,100 kg y 11,800 kg de peces, (Rönnbäck, 1999)

De acuerdo con Aburto-Oropeza *et al.*, (2008), en el Golfo de California, los volúmenes de pesca están relacionados positivamente con la abundancia de manglares, particularmente con el área que se encuentra en contacto directo con el mar (manglar de franja), que es utilizado como guardería o área de alimentación por diversas especies comerciales. Especies de peces y jaibas relacionadas con los manglares corresponden al 32% de las pesquerías artesanales de la región. El valor anual medio de estas pesquerías es de \$37,500 dólares por hectárea de manglar de franja.

El promedio anual de capturas pesqueras entre el 2001 y 2005, de peces y jaibas, fue de 11,600 toneladas en el Golfo de California. Dicha producción generó un promedio anual de \$19 millones de dólares, como fuente de ingresos para pescadores en 13 regiones pesqueras del Estado.

Los manglares del Golfo de California producen una importante cantidad de alimento al año. Tan solo para peces, 31.7% de las pesquerías artesanales registradas entre 2001 y 2005, correspondieron a especies relacionadas con bosques de manglar como pargo y róbalo, especies que poseen el mayor valor en el mercado.

Sin embargo, aunque la densidad poblacional de la región es baja, se ha incrementado la presión antropogénica para transformar zonas de manglares en granjas camaronícolas y desarrollos turísticos, tan solo entre 1973 y 1981 se perdió el 23% de los bosques de manglar en áreas costeras de La Paz debido al desarrollo inmobiliario y turístico.

Ante esta creciente presión, se han venido tomando medidas de protección para estos ecosistemas creando políticas y normas para su conservación y uso responsable de los recursos naturales.

2.2.4 Marco jurídico.

Según Agráz-Hernández *et al.*, (2006), los ecosistemas de manglar mexicanos se encuentran contemplados para su conservación o uso sustentable en la NOM-ECOL-059/2001 (SEMARNAT 2001). Esta norma a los mangles blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*), rojo (*Rhizophora mangle*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*) como sujetos a protección especial. Diversas zonas de manglar y humedales mexicanos están incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas al igual que en Reservas Especiales de la Biosfera y Áreas Ecológicas de Protección de Flora y Fauna; como por ejemplo podemos encontrar la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an (Q. Roo), Ría Lagartos (Yucatán), Tulum (Q. Roo) y la Laguna de Términos (Campeche), solo por mencionar algunos.

La convención RAMSAR es un tratado intergubernamental firmado en Ramsar, Irán en 1971 que provee el marco para la cooperación nacional e internacional para la conservación y el uso correcto de los humedales y sus recursos. Hay 17 sitios Ramsar en México.

A continuación se enuncian las Normas Oficiales Mexicanas que regulan y protegen los humedales costeros:

- **NOM-001-ECOL-1996**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y Bienes Nacionales, Diario Oficial de la Federación, 6 de enero de 1997.
- **NOM-009-PESC-1993**, establece los procedimientos para determinar las épocas y zonas de veda para la captura de las diferentes especies de flora y fauna acuáticas en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, 4 de marzo de 1994.
- **NOM-012-RECNAT**, establece los criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico, Diario Oficial de la Federación, 26 de junio de 1996.
- **NOM-022-SEMARNAT-2003**, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración

de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial de la Federación. 6 de octubre del 2000.

- **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**, establece la necesidad de realizar estudios de Impacto Ambiental para la realización de obras o actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, previos a la autorización de la SEMARNAT.
- **Ley de Aguas Nacionales**. En los artículos 86 y 155 de su Reglamento, define la responsabilidad de la Comisión Nacional del Agua (CNA) para la formulación de programas integrales de protección de los recursos hidráulicos, cuencas hidrológicas y acuíferos, específicamente en humedales. La CNA es responsable del inventario de éstos y de la promoción de las reservas de aguas nacionales o ecológicas que se requieran para la conservación de humedales. Debe también expedir lineamientos para preservar, proteger y restaurar humedales y es la instancia que otorga permisos para desecar terrenos en humedales.

La Ley General de Bienes Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Nación el 20 de junio del 2004. En su artículo 119 define los límites de la Zona Federal Marítimo Terrestres. Para fines de los manglares, es importante recalcar los incisos II y III. (Se transcribe la parte más importante).

“Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinara como:

- II.- La totalidad de la superficie de los cayos y arrecifes ubicados en el mar territorial, constituirá zona federal marítimo terrestre;
- III.- En el caso de lagos, lagunas, esteros o depósitos naturales de agua marina que se comuniquen directa o indirectamente con el mar, la faja de veinte metros de zona federal marítimo terrestre se contará a partir del punto a donde llegue el mayor embalse anual o límite de la pleamar, en los términos que determine el reglamento”.

Es decir, todos los manglares están dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) porque requieren de inundación para sobrevivir y tienen siempre influencia directa o indirecta con el mar. El límite de la ZOFEMAT debería estar, según esta Ley, a 20 metros de distancia del límite tierra adentro después del límite de los manglares.

- La **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)**, estableció en la Estrategia de Conservación Mundial recomendaciones para el manejo global de lagunas costeras, estuarios, humedales (manglares y pantanos), y marismas, con el fin de garantizar la integridad de los procesos ecológicos que mantienen la viabilidad de las especies marinas de interés comercial.

- Y por último, el **Reglamento de la Ley Forestal**, considera la superficie con vegetación de humedales costeros (y en especial los bosques de manglar) como zona bajo un régimen de protección y aprovechamiento restringido, siempre que no se ponga en riesgo el suelo, la calidad del agua y la biodiversidad.

Aun con todas estas normas y leyes de ordenamiento ecológico para la conservación de humedales y en especial de manglares, no están fijamente aplicadas con una restricción más estricta como lo es una Reserva o un Parque Nacional, lo que nos lleva a tener especial atención para mantener la sustentabilidad y sostenibilidad de los ecosistemas de manglar.

Con la aplicación de un sendero interpretativo se puede lograr mantener más protegida la zona de contaminación y destrucción además de ser una oportunidad de aprovechar los recursos que brinda como atracción en un posible escenario de destino ecoturístico para locales y foráneos. Para esto es necesario realizar un análisis y considerar si las condiciones del lugar son óptimas para el desarrollo de tal proyecto.

2.3 Capacidad de carga.

La Enciclopedia de Ciencia Gale (The Gale Encyclopedia of Science) 2003, refiere que la capacidad de carga (CC) es la población ideal que se encuentra en equilibrio en un hábitat o área determinada. Cualquier población mayor a la CC degradará su hábitat. La CC también tiene varios significados prácticos. Cuando se trata de recursos renovables (agua, fauna y flora, etc.) esta expresión designa el rendimiento máximo que se puede obtener indefinidamente sin poner en peligro cada recurso. En el caso de la contaminación (en cursos de agua, océanos, y la atmósfera) se refiere a las cantidades de productos contaminantes que se pueden absorber antes de que los segundos sean irremediablemente alterados.

“El cálculo de la capacidad de carga turística se ha realizado siguiendo la metodología de Cifuentes *et al.*, (1992) que busca establecer el número máximo de visitas que puede recibir un área en base a las condiciones físicas, biológicas y de manejo que se presentan en el área en el momento del estudio”. (TULEDA, 2008)

De acuerdo con Cifuentes (1992). Una de las formas de establecer la capacidad de carga de visitantes, es considerando tres niveles consecutivos.

- Capacidad de Carga Física (CCF).

Está dada por la relación simple entre el espacio disponible y la necesidad normal de espacio por visitar. Y es el límite máximo de visitas que se pueden hacer al sitio durante un día.

La CCF responde a la siguiente expresión matemática:

$$CCF = \frac{L}{SP} \cdot NV$$

- Capacidad de Carga Real (CCR).

Se determina sometiendo a la CCF a una serie de factores a cada sitio, según sus características. A estos factores se les conoce como “factores de corrección”, los cuales se obtienen considerando variables físicas, ecológicas, sociales y de administración, que pueden ser distintas para cada sitio turístico.

La CCR responde a la siguiente expresión matemática:

$$CCR = CCF \cdot (FC_{soc} \cdot FC_{ero} \cdot FC_{acc} \cdot FC_{prep} \cdot FC_{ane})$$

- Capacidad de Manejo (que en este caso no aplicaremos).

III.- Materiales y métodos.

3.1 Análisis del área de estudio.

El análisis que se realiza en el área de estudio lleva como objetivo principal el conocer la Capacidad de Carga de visitantes diarios que puede soportar la zona; esto para no generar un impacto negativo en el paisaje ya sea la alteración en el desarrollo de nuevos manglares o afectaciones en los ya existentes debido a la compactación del suelo, alteración del paisaje, u otros impactos que puedan resultar nocivos para el ecosistema producidos por la interacción del hombre.

La metodología empleada se basa en los procedimientos propuestos por Cifuentes *et al.*, (1999) y Cifuentes (1992), el cual establece el número máximo de visitas que puede recibir un área protegida teniendo en cuenta sus condiciones físicas, biológicas y de manejo. Para determinar la capacidad de carga del bosque de manglar ubicado en El Comitán, B.C.S. se tomaron en cuenta los siguientes cálculos:

- Capacidad de Carga Física
- Capacidad de Carga Real

Capacidad de Carga Física (CCF).

Está dada por la relación entre factores de visita (horario y tiempo de visita), la longitud del sendero en metros lineales y la necesidad de espacio por visitante.

La CCF responde a la siguiente fórmula:

$$\text{CCF} = (\text{L}/\text{SP}) * \text{NV}$$

Donde:

L = longitud total del sendero en metros lineales (141.6 mts)

SP = superficie usada por persona (se tomo en cuenta un espacio de 1m²)

NV= el número de veces que puede ser visitado el lugar por la misma persona en un día, la fórmula empleada es: **NV = Hv/Tv**

Donde:

Hv = horario de visita (al ser un área con acceso público se tomaron en cuenta el total de horas luz al día que son 11 horas promedio).

Tv = tiempo necesario para recorrer el sitio (1h ½ = 1.3).

Capacidad de Carga Real (CCR).

Para el cálculo de la CCR se sometió la CCF a una serie de factores de corrección, entre estos tenemos los que consideramos aplicables a nuestro caso:

- Factor Social (FCsoc)
- Factor Vegetal (FCveg)
- Factor Biológico (FCbio)
- Factor Anegamiento (FCane)

Estos factores se calculan en función de la siguiente formula general:

$$FCx = 1 - Mlx/Mtx$$

Donde:

FCx = factor de corrección por la variable x

Mlx = magnitud limitante de la variable x

Mtx = magnitud total de la variante x

3.1.1 Registro fotográfico.

Como el área de estudio se encuentra cercana a una comunidad (El Centenario, B.C.S.), resulta ser muy concurrida por sus habitantes que residen cerca a este complejo natural, sirviendo habitualmente como área de recreación y esparcimiento donde desarrollan diferentes actividades. Para identificar el tipo de impacto que ha tenido el ecosistema se realizó un registro fotográfico y de esta manera determinar cuáles son los más recurrentes.

El registro se llevó a cabo durante un periodo de 6 meses, empezando de Junio de 2011 a Noviembre del mismo año. Las sesiones se realizaron el primer y último fin de de semana de cada mes, de viernes a lunes siendo viernes y lunes a las 8:00 a.m.; sábado y domingo a las 17:00 hrs. El día lunes se consideró tomar registros, ya que es cuando se puede observar las condiciones físicas reales en que queda el área después del fin de semana.

3.2 Diseño del Sendero Interpretativo.

Con base a la información reunida en el apartado anterior y la proporcionada por la Guía para el Diseño y Operación de Senderos Interpretativos, Fascículo 5 de la SECTUR, se realizó el diseño del sendero. Para lo cual se llevó a cabo visitas al área con diferentes expertos (vegetación, invertebrados, aves etc), para detectar los puntos principales a resaltar durante el recorrido.

Para obtención de información para el diseño se utilizaron como herramientas el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), información que fue procesada en el programa Google Earth, donde se trazó el sendero marcando el inicio y final del recorrido al igual donde se ubicaran las estaciones de información.

3.3 Elaboración del material didáctico-informativo.

Con los resultados obtenidos durante el proceso de búsqueda bibliográfica, entrevistas con especialistas y con base en la investigación en campo, se recopiló la información que es de mayor relevancia de cada tema de una manera resumida, concreta y que pueda ser de interés al público en general.

En base a los datos arrojados de la investigación se elaboró una serie de materiales didáctico-informativos atractivos para los visitantes sirviendo de reforzamiento y retroalimentación de la información brindada durante el recorrido.

Para el diseño y elaboración del material se realizó de forma diferente para dos grupos de la población, niños menores de 11 años y jóvenes y/o adultos. El material didáctico para los menores conlleva una serie de aplicaciones las cuales resulten divertidas para el usuario al igual que le sirvan de aprendizaje, tales como son imágenes para colorear, sopa de letras, laberintos, memorias, etc. Para los jóvenes y adultos el material que se les proporcionará es informativo a manera de cuadernillo donde se tocan temas de que son los manglares, su importancia, flora y fauna asociada así como recomendaciones para el cuidado de éstos, de forma atractivo, con descripciones más detalladas, integrando imágenes de lo que se desarrolla en el texto para un mayor entendimiento, de igual manera son textos resumidos y básicos.

IV.- Resultados.

4.1 Bosque de manglar El Comitán: estado actual y Capacidad de Carga.

4.1.1 Capacidad de carga.

Capacidad de Carga Física (CCF).

La CCF responde a la siguiente fórmula:

$$CCF = (L/SP)*NV$$

Donde:

L = longitud total del sendero en metros lineales (141.6 mts)

SP = superficie usada por persona (se tomo en cuenta un espacio de 1m²)

NV= el número de veces que puede ser visitado el lugar por la misma persona en un día, la fórmula empleada es: **NV = Hv/Tv**

Donde:

Hv = horario de visita (al ser un área con acceso público se tomaron en cuenta el total de horas luz al día que son 11 horas promedio).

Tv = tiempo necesario para recorrer el sitio (1h ½ = 1.3).

Desarrollo de fórmulas.

$$NV = Hv/Tv$$

$$NV = 11/1.3$$

$$NV = 8.4 \approx 8 \text{ horas al día por visitante}$$

$$CCF = (L/SP)*NV$$

$$CCF = (141.6/1)*8$$

$$CCF = 141.6*8$$

$$CCF = 1132.8 \approx 1133$$

- **De acuerdo con lo anterior, la Capacidad de Carga Física del sendero es de 1133 visitas al día.**

Capacidad de Carga Real (CCR).

Factor Social (FCsoc):

Se consideraron los siguientes supuestos:

- Número de personas por grupo: 7 en total
- Distancia entre grupos: 10 m

1. Distancia requerida por grupo/sitio = distancia entre grupos + espacio ocupado por las personas de cada grupo.

2. El número de grupos (NG) que pueden estar simultáneamente en el sendero:

$$\mathbf{NG = (largo total del sitio/distancia requerida por grupo)}$$

3. Para calcular el factor de corrección social fue necesario identificar el número de personas (P) que pueden estar simultáneamente en el sitio:

$$\mathbf{P = NG*N^{\circ} personas por grupo}$$

4. Magnitud limitante (ML) que presenta el sitio se calcula:

$$\mathbf{ML = MT - P}$$

Donde:

ML = magnitud limitante

MT = metros totales del sendero

P = Número de personas

Desarrollo:

1. Distancia requerida por grupo/sitio:

$$DR = 10 + 7$$

$$\mathbf{DR = 17\ m}$$

2. Número de grupos (NG):

$$NG = 141.6 / 17$$

$$\mathbf{NG = 8.3 \approx 8}$$

3. Número de personas (P):

$$P = 8 * 7$$

$$\mathbf{P = 56}$$

4. Magnitud limitante (ML):

$$ML = 141.6 - 56$$

$$\mathbf{ML = 85.6}$$

$$FC_{soc} = 1 - (85.6/141.6)$$

$$FC_{soc} = 1 - 0.6045$$

$$\mathbf{FC_{soc} = 0.3955}$$

Factor Biológico (FC_{bio}):

Para calcular este factor se tomaron en cuenta los meses de anidación de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, que, de acuerdo con Becerril y Carmona (1997), los meses más sensibles son de Marzo a Septiembre. Para determinar este factor se utilizó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{FC_{bio} = 1 - MI/Mt}$$

Donde:

MI = meses limitantes (7 meses)

Mt = meses abiertos del sendero

Desarrollo:

$$FC_{bio} = 1 - (7/12)$$

$$FC_{bio} = 1 - 0.5833$$

$$\mathbf{FC_{bio} = 0.4167}$$

Factor Vegetal (FCveg):

Se consideró este factor ya que la vegetación se está viendo afectada por la destrucción directa causada por los visitantes.

$$\mathbf{FCveg = 1 - MI/Mt}$$

Donde:

MI = metros de bosque o páramo proclive a ser afectado

Mt = longitud total del sendero

Desarrollo:

$$FCveg = 1 - (65.2/141.6)$$

$$FCveg = 1 - 0.4604$$

$$\mathbf{FCveg = 0.5396}$$

Factor Anegamiento (FCane):

El sendero presenta algunas zonas de anegamiento, lo que quiere decir, que cuando se sube la marea (pleamar) inunda por completo el último transecto del sendero, que es la parte que se encuentra dentro del bosque, y que al momento de la bajamar, el suelo se vuelve inestable y el pisoteo incrementa el deterioro del camino. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\mathbf{FCane = 1 - Ma/Mt}$$

Donde:

Ma: metros con anegamiento

Mt: metros totales del sendero

Desarrollo:

$$FCane = 1 - (40.6/141.6)$$

$$FCane = 1 - 0.2853$$

$$FCane = 0.7147$$

Cálculo final CCR.

Una vez calculados los factores de corrección se calcula la Capacidad de Carga

Real de la siguiente manera:

$$CCR = CCF * (FCsoc * FCbio * FCveg * FCane)$$

Tabla 4. Resultados de los factores de corrección y capacidad de carga física.

Capacidad de Carga Física (CCF)	1133 visitas/día
Factor Social (FCsoc)	0.3955
Factor Biológico (FCbio)	0.4167
Factor Vegetal (FCveg)	0.5396
Factor Anegamiento (FCane)	0.7147

Desarrollo:

$$CCR = 1133 * (0.3955 * 0.4167 * 0.5396 * 0.7147)$$

$$CCR = 1133 * 0.0635$$

CCR = 71.9 ≈ 72

- **Por lo tanto se define que la Capacidad de Carga Real del sitio tiene una reducción a 72 visitas/día de las 1133 que presentó en un principio la Capacidad de Carga Física (CCF).**

4.1.2 Registro fotográfico.

En el registro se logró identificar los principales impactos producidos en el área de estudio. Los impactos son antropogénicos, sobresaliendo la contaminación por basura, tala y destrucción del manglar.



Foto 2. Destrucción de mangles.



Foto 3. Fogatas.



Foto 4. Destrucción de mangles.



Foto 5. Gran afluencia de visitantes.



Foto 6. Paso de vehículos.



Foto 7. Recreación social.



Foto 8. Uso de los recursos marinos del manglar.



Foto 9. Único depósito de basura.



Foto 10. Hielera de corcho.



Foto 11. Empaques de alimentos.



Foto 12. Desechos papel higiénico.



Foto 13. Desechos.



Foto 14. Objetos de uso personal.

Como es de observarse en las fotografías está más que claro los impactos que este ecosistema recibe por sus asiduos visitantes. Se puede comprobar la falta de atención por parte de las instituciones y autoridades responsables de su conservación y saneamiento, de la misma manera nos arroja como resultado la falta de interés por conservar esta área por parte de la sociedad que frecuentemente acude a este medio natural para su esparcimiento.

4.2 Diseño del sendero interpretativo.

Para el diseño del sendero nos apoyamos en literatura disponible y en la morfología del área de estudio, donde de manera natural una forma lineal aprovechando algunos caminos naturales ya existentes para complementar el diseño sin la necesidad de abrir caminos nuevos.

Figura 10. Tipo de sendero lineal o abierto.

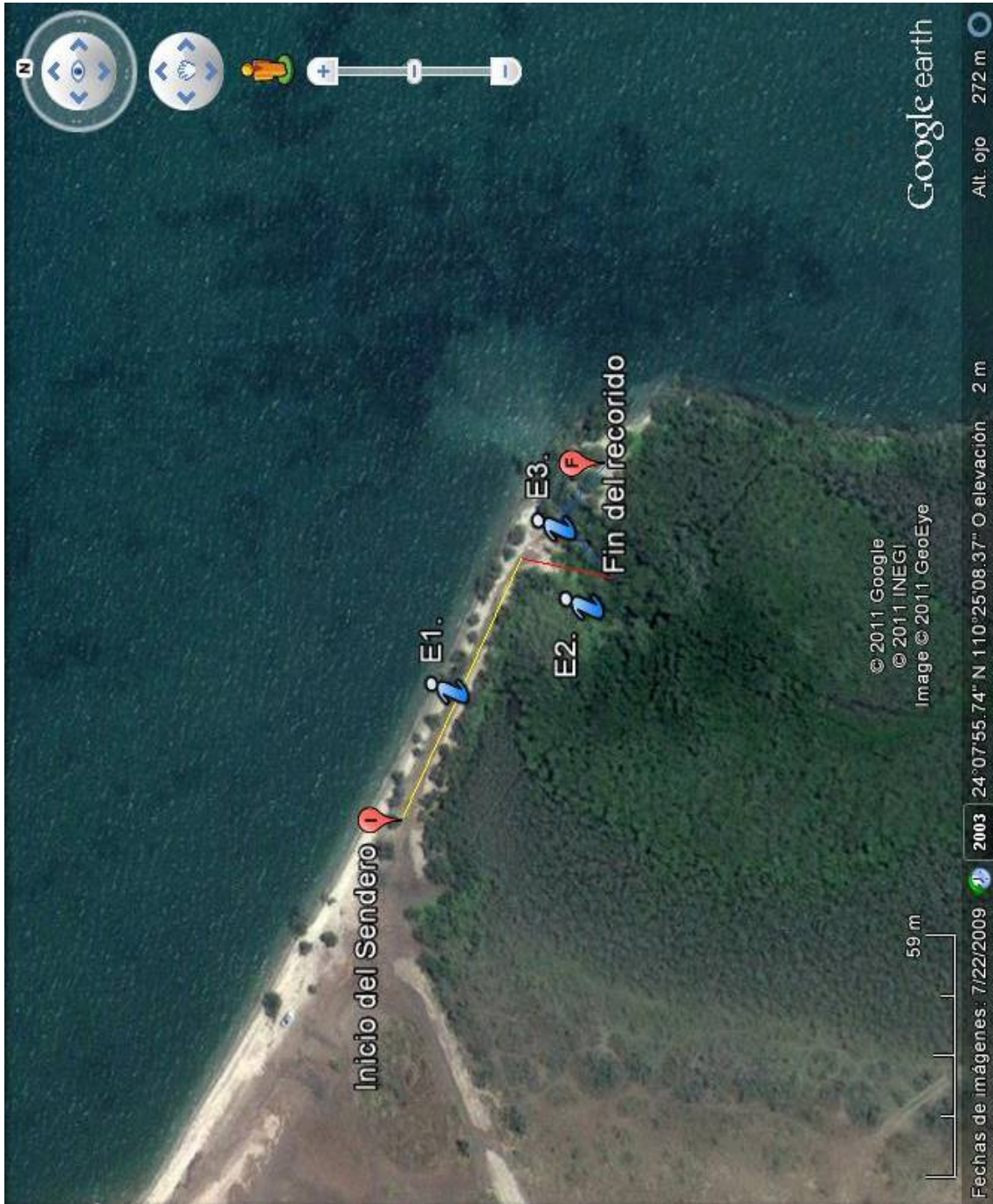


Fuente: SECTUR, 2004.

Esto nos ayuda a minimizar el impacto que se pueda generar por las visitas. El tener una sola entrada y salida, esto hace que las afectaciones que se puedan presentar no se expandan a otras partes del mangar, sino que se mantiene dentro de la zona delimitada del sendero.

El sendero se diseñó con ayuda de fotografía aérea extraída del programa Google Earth, localizándose el punto de inicio (i) en las coordenadas 24°7'56.55" N y 110°25'10.46" O con orientación Noroeste-Sureste y el final (f) del trayecto en las coordenadas 24°7'54.88" N y 110°25'7.02" O con una longitud total de 141.6 m lineales.

Figura 11. Trazado del sendero interpretativo, El Comitán, B.C.S.



El sendero se divide en tres transectos, los cuales poseen condiciones diferentes que se describen a continuación:

Área de amortiguamiento.

T1.- Tiene una longitud de 76.4 m, ubicado al inicio del sendero. Se le determinará como la “zona de amortiguamiento”, al ser la zona con mayor impacto en el suelo y en la vegetación además de encontrarse en la zona de playa, área que servirá para la recreación de los visitantes.

En esta parte del recorrido se da la bienvenida, se explican las reglas del sendero y se introduce al conocimiento del ecosistema de manglar, su ecología y servicios ambientales.

El tipo de suelo es arenoso con partes compactadas, el tipo de vegetación que se encuentra en la orilla del transecto es mangle negro (*Avicennia germinans*) con algunas inserciones de mangle banco (*Laguncularia racemosa*).

Zona de inundación.

T2.- Es el transecto más corto con 24.8 m de recorrido y el más sensible a la interacción humana por encontrarse dentro de la zona de inundación. Es la parte que va de la zona de playa hacía el interior del bosque de manglar.

Esta parte del transecto corre al lado de un canal de agua natural, el suelo es arenoso y a medida que se avanza se vuelve lodoso-arcilloso; cuenta con algunas halófitas en su vegetación así como el tipo de mangle que se observa es *Laguncularia racemosa*, y en todo su interior se puede observar una importante cobertura de mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Se puede llegar a observar algunas aves al igual que algunos crustáceos.

En actividades educativas y/o visitas guiadas al sendero, en este transecto se hablaría sobre la flora (tipos de mangle) y la fauna que vive asociada al bosque.

Área de descanso.

T3.- Es la última parte del sendero, con una longitud de 40.4 mts. Se mantiene dentro de la “zona de inundación” combinándose hasta cierta parte con el transecto anterior. Corre junto al canal de agua y cruzando a través del mismo se llega al final del recorrido, es un área de suelo arenoso, con árboles de *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), cuenta con una pequeña parte de playa con vista a la ciudad de La Paz. Esta parte del trayecto sirve para descansar, así como actividades orientativas en materia de cuidado y conservación de estas áreas; cómo ayudar a protegerlo y qué no hacer, así como lluvia de preguntas para reforzamiento y retroalimentación de los temas previstos.

4.3 Estrategia didáctica – informativa.

El material didáctico propuesto se encuentra en los Anexos 1 y 2 (ver páginas 84.

V. Discusión.

5.1 Bosque de manglar El Comitán: estado actual y Capacidad de Carga.

Tradicionalmente, la zona donde se ubica el manglar ha sido utilizada por la población de la localidad (El Comitán y Centenario, B. C. S.), como un área de recreación y esparcimiento familiar durante fines de semana y épocas vacacionales, cuando se es visitado constantemente por un gran número de personas. Sin embargo, debido a estas visitas recurrentes y a la falta de conocimiento acerca de este ambiente, el área de manglar se ha visto afectada en diversas formas, entre las principales causas sobresalen la deforestación y la contaminación por basura y desechos de los visitantes. En este caso, la contaminación se da principalmente porque no existen depósitos realmente adecuados a las necesidades del sitio y los que se encuentran son insuficientes a la cantidad de basura que se genera; es decir, que al ser un lugar visitado por mucha gente implica también una gran cantidad de desechos que no son depositados de manera correcta.

Otro factor que es de llamar la atención es que diariamente personal de la ZOFEMAT manda una brigada de limpieza, lo que en varias ocasiones que acudimos al sitio de estudio presenciamos las jornadas que realizan, observando que no se desarrollan de manera adecuada, puesto que sólo recogen la basura que se encuentra en los depósitos, abandonando bolsas, botellas y otros artículos que se localicen en el área cercana. Lo anterior es responsabilidad de ZOFEMAT, ya que está en su jurisdicción, tomando en cuenta lo mencionado en la Ley General de Bienes Nacionales en su artículo 119 inciso III, enmarca que los límites de ZOFEMAT para manglares empieza desde el límite de la pleamar anual más alta hasta 20 m tierra adentro, lo que nos dice que los manglares al estar en constante inundación para sobrevivir se encuentran estrictamente dentro de los límites establecidos de esa zona federal.

Con base en registros fotográficos realizados en el área de estudio, se puede constatar que la tala y destrucción de los árboles de mangle es uno de los impactos más evidentes junto con la contaminación. Las personas talan los árboles para utilizar la madera como leña o como soportes para levantar lonas para sombra, sin embargo, hay personas quienes sólo los destruyen para facilitarse el acceso al sitio, derribándolos con sus autos o pasando por encima de ellos o rompiendo sus ramas.

El manglar es uno de los ecosistemas más frágiles que sucumbe rápidamente ante una alteración que afecte directa o indirectamente en su ciclo ecológico, lo que lleva consecuentemente a alterar formas de vida asociada a este

ecosistema como puede ser la anidación de aves tanto permanentes como migratorias y en la producción de especies marinas de importancia comercial como lo son algunos moluscos, crustáceos y peces.

Los árboles de mangles son muy difíciles de recuperar o el reforestar se complica ya que ocupan de condiciones especiales para su desarrollo, por lo que se tiene que concientizar a las personas sobre las repercusiones que la destrucción del manglar o la acumulación de basura pueden traer.

Entrevistando a algunos visitantes la gran mayoría desconoce parcial o totalmente la importancia de este ecosistema, lo que hace que se le reste importancia en la comunidad. Sin embargo, también están conscientes que las personas que lo visitan no lo cuidan, que está lleno de basura y que están talando los árboles.

Los esfuerzos por mantener este ecosistema van de manos ajenas a las autoridades, ya que son los vecinos que viven a un costado del manglar (en su mayoría extranjeros) los que se preocupan por la higiene del mismo, recogiendo basura cuando salen a caminar y ejercitarse, esfuerzos que no bastan ante la indiferencia de las instituciones responsables del saneamiento o cuidado de estas áreas.

Los resultados obtenidos en base a la capacidad de carga nos hacen ver que tiene un límite que puede soportar, tal vez aun no rebasa su capacidad de carga pero que los efectos de un gran número de visitantes ya se empiezan a

observar. Por un lado es un impacto que aun puede ser controlado o mitigado sin necesidad de restringir el paso de la comunidad visitante.

Si se juntan esfuerzos con las autoridades e instituciones se pueden crear políticas para el manejo eficiente y conservación de los ecosistemas de manglar en toda la Ensenada de Arípez y no sólo nuestro caso de estudio.

5.2 Diseño de un sendero interpretativo.

El senderismo en su forma es el transito a campo traviesa por un camino natural; en este caso se mantiene esa filosofía aprovechando los caminos ya existentes en el área además nos basamos en la morfología natural del área.

Con recorridos en campo y apoyo de programas computacionales se logró definir el sendero, la división de los transectos y las estaciones donde se platicará sobre temas acerca del manglar.

El sendero tiene una longitud de 141.6 m lineales, dividido en tres transectos cada uno con su respectiva estación informativa. Cada transecto posee condiciones diferentes puesto que empieza desde la zona de playa adentrándonos al manglar, entonces a medida que se avanza en el sendero las características van cambiando y las estaciones de información muestran y enseñan las condiciones biológicas y ecológicas de cada transecto.

Se aplica una forma lineal del sendero, con una sola entrada y salida. Esta forma nos ayuda a mantener limitado el impacto que se pueda generar sin expandirse en diferentes partes del área, además que de esta manera se puede tener mayor control de las personas que nos visiten.

5.3 Estrategia didáctica-informativa.

Aplicar una estrategia para dar a conocer la importancia del ecosistema es indispensable para que la gente comprenda cómo funciona y cuáles son los beneficios que se obtienen ya sean directa o indirectamente.

Durante el recorrido se darán explicaciones en las estaciones que se localizarán a lo largo del sendero poniendo énfasis en temas como flora, fauna asociada al manglar, importancia económica, ecológica y social. Para esto, se les proporcionarán materiales donde puedan consultar información más detallada o en su caso divertido para los niños; con la finalidad que al terminar el recorrido los visitantes puedan valorar este ecosistema y se muestren interesados en su conservación.

VI. Conclusiones.

6.1 Bosque de manglar El Comitán: estado actual y Capacidad de Carga.

- Se determina que el desarrollo de un sendero interpretativo en el bosque de mangle es adecuado para la conservación de este ecosistema.
- En cuanto a los impactos identificados que se presentan en el área de estudio podemos observar que aun se está a tiempo de revertir sus efectos; de hacer caso omiso ante la situación actual, se llegará a un punto donde las afectaciones serán irreversibles ante impactos como la compactación del suelo, destrucción del paisaje y contaminación a escalas insalubres.
- El conglomerado de personas que hacen uso de esparcimiento de este lugar son muchas, sin estar rebasada la capacidad de carga del sitio los impactos que se presentan son muy evidentes, por lo que es importante realizar una medida de control que permita establecer un equilibrio entre las visitas que se pueden tener y las que soporta el área.

6.2 Diseño de un sendero interpretativo.

- La aplicación del sendero es una forma correctiva ante los impactos antropogénicos derivados de las visitas al sitio, sirve como control de

visitantes y posee un manejo adecuado de los recursos naturales presentes.

- Se aprovecha la morfología que nos da el área de estudio para instalar el sendero, lo cual permite que no se realicen cambios significativos que puedan provocar impactos de mayor importancia.

6.3 Estrategia didáctica – informativa.

- Esta herramienta nos ayuda a motivar a los visitantes para que se interesen en el cuidado y conservación de los ecosistemas de manglar, conozcan su importancia social, económica y ambiental.
- El material que se brinde servirá también como apoyo bibliográfico escolar y publicidad a visitantes potenciales.

Finalmente, la propuesta de la utilidad de un sendero interpretativo en esta área es una estrategia viable para su conservación, puesto que los objetivos del senderismo la interactividad del hombre con la naturaleza, así como la apreciación y conservación de los recursos naturales que ofrece determinado ambiente, en nuestro caso el ecosistema de manglar.

El senderismo siendo una actividad de mínimo impacto a los factores bióticos, de observación y concientización de los mismos nos da una fortaleza en

la sustentabilidad de este ambiente y al mismo tiempo ir forjando por medio de la actividad a realizar una cultura de protección y cuidado de los recursos locales en los visitantes,

VII. Recomendaciones.

7.1 Bosque de manglar El Comitán: estado actual y Capacidad de Carga.

- Ante los impactos que se muestran y la cantidad de personas dentro del área de estudio, se recomienda delimitar la zona para evitar el acceso a los automóviles que se adentran hasta el bosque de manglar, se propone que esa delimitación empiece a partir de las coordenadas 24°7'56.55" N y 110°25'10.46" O, que es donde se ubica el inicio del sendero.
- Disponer de depósitos para basura adecuados a la cantidad de desechos que se producen por la gran cantidad de visitantes.
- Realizar brigadas de limpieza en coordinación con las instituciones responsables como lo son CONANP, SEMARNAT, PROFEPA y ZOFEMAT.
- Brindarle al Programa de Acercamiento de la Ciencia a la Educación (PACE) del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), un permiso para utilizar el área como herramienta educativa del programa.
- Llevar grupos de 30 alumnos de diferentes niveles educativos cada semana para comenzar el funcionamiento del sendero interpretativo.

7.2 Diseño de un sendero interpretativo.

- El sendero deberá ser marcado con piedras pintadas para delimitar el trayecto.
- Aplicar las señalizaciones correspondientes al sendero como son la entrada y salida del sendero, cédulas de información, mamparas, etc.

7.3 Estrategia didáctica – informativa.

- Se recomienda que el material que se expide en los recorridos sea también distribuido en los diferentes centros educativos, empresas ecoturísticas e instituciones gubernamentales.

VIII. Bibliografía.

- Aburto-Oropeza O, E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray, E. Sala, 2008. Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields. PNAS. 105: 10456-10459.
- Agráz-Hernández C.,R. Noriega-Trejo, J. López-Portillo, F.J. Flores-Verdugo, J.J. Jiménez-Zacarías. 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Alonzo-Parra D., E. Bestard-Barrera y A. Zaldivar-Jiménez. 2006. Manual para la conservación del Pato Real Mexicano y su hábitat. Reporte Final. Ducks Unlimited de México, A.C. Garza García, N.L. México. P 21-26.
- Amador E., R. Mendoza-Salgado y E. Palacios, 2008. Manejo de un sitio de anidación para la conservación de *Sternula antillarum* (Charadiiformes. Laridae) en Baja California Sur, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79. 271-274.
- Barbier, E.B. and I. Strand, 1998. Valuing mangrove – fishery linkages: a case study of Campeche, Mexico. *Environ. Resour. Econ.* 12. 151-166.

Becerril M. F., R. Carmona. 1997. Anidación de aves acuáticas en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, México (1992-1994). Ciencias Marinas, año/vol. 23, numero 002 Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México. Pp. 256-271

Calderón, C., O. Aburto, E. Ezcurra. 2009. El valor de los manglares. CONABIO. Biodiversitas 82. 1-6.

Cifuentes, M. 1992. Determinación de la capacidad de la carga turística en áreas protegidas. WWF-CATIE. Costa Rica. 34 p

Cifuentes, M., C.A. Mesquita, J. Méndez, M.E. Morales, N. Aguilar, D. Cancino, M. Gallo, M. Jolón, C. Ramírez, N. Ribeiro, E. Sandoval y M. Turcios. 1999. Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. WWF Centroamérica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 75 p.

Comité Estatal de Senderismo de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (F.E.D.M.E.), 2007. Manual de Senderos. 3ra. Ed. 89 pp.

CONABIO - CONANP. 2009. Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*). Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México, D.F.

Compilado por Elizabeth Torres Bahena, revisado por Carlos Galindo Leal. Marzo de 2009.

CONABIO, 2009. Manglares de México: extensión y distribución. 2da. Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 99 pp.

CONABIO. 2009. Mangle negro. Fichas de especies mexicanas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F., México. Compilado por Elizabeth Torres Bahena, revisado por Carlos Galindo Leal. Marzo de 2009.

CONABIO. 2007, Informe final del proyecto DQ056: “Los manglares de México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo: 1ra etapa”, 70 pp.

CONAFOR, 2009. La reforestación de los manglares en la costa de Oaxaca. Manual comunitario. P 7-26.

Costanza R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton and M. van den Belt, 1997. The value of the world's ecosystem services and the natural capital. Nature 387.

Dugan, P. 1993. Wetlands in Danger. Michael Beasley, Reed International Books, London. 192 pp. En: Alonzo-Parra, D., E. Bestard-Barrera y A. Zaldivar-Jiménez (Eds). 2006. Manual para la conservación del Pato Real Mexicano y su hábitat. Reporte Final. Ducks Unlimited de México, A.C.

Espinoza-Ávalos, 1979. Hidrografía de la Ensenada de La Paz. CalCOFI Rep. Vol. XX. Resultados preliminares sobre la distribución superficial de parámetros físico-químicos en la Ensenada de La Paz, Baja California Sur, durante la primavera de 1976. 14 pp.

Félix-Pico. E.P. 1975. Primer informe preliminar del programa de estudios ecológicos de Bahía Concepción, Estero de San Lucas y Bahía de La Paz. (Manuscrito no publicado) Residencia de Acuacultura. La Paz, B.C.S.

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köeppen. 2da. Ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 246 pp.

González-Zamorano P, E.H. Nava-Sánchez, J.L. León-de la Luz, S.C. Díaz-Castro. 2011. Patrones de distribución y determinantes ambientales de los manglares peninsulares. En: E.F. Félix Pico, E. Serviere Zaragoza, R. Riosmena Rodríguez,

J.L. León de la Luz. Los manglares de la península de Baja California. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. México. Cap. 3, p 67-102.

Hak, J., X. López-Medellín, J. M. Beltrán, C. Josse, B. Stein, R. White. 2008. Mapping and Analysis of Mangrove habitat Extent Change in Baja California Sur from 1986 to 2001. In draft.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de la superficie de manglar en México. Dirección General de Investigación y Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas-INE-SEMARNAT, México.

León de la Luz, J.L., R. Coria y M. Cruz. 1996. Fonología floral de una comunidad árido-tropical de Baja California Sur, México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 46-64

Mendoza-Salgado, R. E. 1983. Identificación, distribución y densidad de la avifaunamarina en los manglares: Puerto Balandra, Enfermería y Zacatecas en la Bahíade La Paz, Baja California Sur. La Paz, México, Universidad Autónoma de BajaCalifornia Sur: 55.

Rönnbäck P, 1999. The ecological basis for economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecol Econ* 29:235-52.

Tudela M. y A. Jiménez. 2008. Determinación de la capacidad de carga turística En tres senderos de pequeño recorrido en el Municipio de Cehegin (Murcia). Universidad de Murcia.

Tudela, M.L., Giménez, A.I., 2008. Capacidad de Carga Turística en cuatro senderos de Caravana de la Cruz (Murcia, España). *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 2008, 6: 1-20.

Whitmore R, R. Brusca, J.L. León-de la Luz, P. González-Zamorano, R. Mendoza, E. Amador, G. Holguín, F. Galván, P. Hasting, J.L. Cartron, R. Ferlger, J. Seminof, C. McIvor, 2005. The ecological importance of mangroves in Baja California Sur: Conservation implications for an Endagered Ecosystem, En: Cartron JL, Ceballos G, Felger R (eds) Biodiversity, ecosystems and conservation in Northern Mexico. Oxford University Press, p 298-333.

Páginas de Internet.

<http://www.comenius.edu.mx/Hacia-nuevo-modelo-Senderos-ecologico-Mexico.pdf>

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/58-rhizo1m.pdf

IROLDI, Oscar Evaluaciones Ecoturísticas Rápidas (EETR): Nueva Metodología para la Gestión Turística Sostenible de Áreas Naturales. Centro Politécnico del

Cono Sur, Uruguay. [En Línea]

<http://www.worldtourism.org/sustainable/IYE/quebec/cd/statmnts/pdfs/irurus.pdf>

ANEXO 1. Cuadernillo: el ecosistema de manglar: un tesoro de dos mundos.

ANEXO 2. Tríptico: sendero ecológico-interpretativo El Comitán.

