

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012

Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 (1999) y modificadas por la Resolución VIII.13 de la 8ª Conferencia de las Partes Contratantes (2002) y Resoluciones IX.1, Anexo B, IX.6, IX.21 y IX. 22 de la 9ª Conferencia de las Partes Contratantes (2005).

1. Nombre y dirección del compilador de la Ficha:

Biol. Lucio Bardo Martínez Cerezo
e-mail: lmartinez@conanp.gob.mx

PARA USO INTERNO DE LA OFICINA DE RAMSAR.

DD MM YY

--	--	--

Designation date

--	--	--	--	--	--

Site Reference Number

Dirección CONANP.

Av. Camino al Ajusco # 200, 3er. Piso-ala norte, Col. Jardines en la Montaña C.P.14210, México, D.F. Tel: (55) 5449-7000 Ext. 17111 y 17166

2. Fecha en que la Ficha se llenó /actualizó:

26 de Enero de 2009

3. País: México

4. Nombre del sitio Ramsar:

Manglares y Humedales del Norte de Isla Cozumel

5. Designación de nuevos sitios Ramsar o actualización de los ya existentes:

Esta FIR es para (marque una sola casilla):

- a) Designar un nuevo sitio Ramsar ; o
b) Actualizar información sobre un sitio Ramsar existente

6. Sólo para las actualizaciones de FIR, cambios en el sitio desde su designación o anterior actualización:

No aplica

7. Mapa del sitio:

a) Se incluye un mapa del sitio, con límites claramente delineados, con el siguiente formato:

- i) versión impresa (necesaria para inscribir el sitio en la Lista de Ramsar): ;
ii) formato electrónico (por ejemplo, imagen JPEG o ArcView)
iii) un archivo SIG con tablas de atributos y vectores georreferenciados sobre los límites del sitio

b) Describa sucintamente el tipo de delineación de límites aplicado:

El límite del sitio Ramsar coincide en su porción terrestre con el establecido en la propuesta de Área Natural Protegida Federal denominada Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel (APFFC). A diferencia de la propuesta de ANP, este sitio Ramsar no incorpora la zona de humedales oceánicos, como son los microatolones de la costa oriental y otros sistemas estrictamente marinos, y se limita únicamente a la línea de costa Norte y Oriental de la Isla Cozumel, incluyendo a sus lagunas costeras.

8. Coordenadas geográficas (latitud / longitud, en grados y minutos):

Coordenadas extremas: 86°56'16.19" W con 20°40'9.98" N y 86°39'32" W con 20°30'19.32" N
Centro aproximado: 86°47'58.24" W con 20°35'44.6" N

9. Ubicación general:

El sitio Ramsar propuesto se encuentra en la región norte de la parte insular del municipio de Cozumel, en el estado de Quintana Roo. Este Estado, situado al sureste de México, en la Península de Yucatán, posee una extensión de 50,425 km² (según el SIG del INEGI) y su frente de costa se extiende por el Caribe Mexicano, siendo así el único estado con salida a este mar. Es precisamente a lo largo de toda esta costa que se extiende el Sistema Arrecifal Mesoamericano; llegando hasta las Islas de la Bahía en Honduras y pasando por Belice y Guatemala.

Los límites del municipio incluyen a la Isla de Cozumel, con una extensión de 47,567.29 ha, así como dos polígonos en la parte continental. El polígono situado más al norte, de 421.92 ha, incluye terrenos de la empresa CALICA, que los utiliza para la extracción y exportación de materiales. El segundo, con una extensión de 83.32 ha, se localiza en la caleta de Xel-Ha. En total, el municipio representa un 0.95% de la superficie del estado, mientras la isla representa el 0.94%.

La Isla de Cozumel está localizada al noreste de la Península de Yucatán, a 17.5 km de la costa de la ciudad de Playa del Carmen.

10. Altitud: (en metros: media y/o máxima y mínima)

El rango altitudinal en toda la isla es de 0 a 10 m sobre el nivel del mar, con un promedio de 3 msnm (Miranda, 1959; Macouzet, no publicado).

11. Área: (en hectáreas)

32,786 hectáreas

12. Descripción general del sitio:

En el sitio propuesto se encuentran representados casi todos los ecosistemas de la isla (pastos marinos, manglares y lagunas costeras, selvas, tasistales-saibales, vegetación halófila y de dunas costeras), con excepción de los arrecifes de coral, de manera que su protección permitirá la preservación de ejemplos representativos de la riqueza natural de Cozumel.

La vegetación de Cozumel se encuentra entre la más desarrollada de todas las islas que bordean la Península de Yucatán (Flores, 1992). En general existe un gradiente de vegetación bien definido que inicia a partir de la franja costera oriental con vegetación de dunas costeras, seguida por el tasistal, el manglar, la selva baja caducifolia y culmina con la selva mediana subcaducifolia en la porción central de la isla, la cual se extiende hasta la costa oeste, donde también persisten manchones de manglar (Romero-Nájera, 2004). Hay variaciones sobre este patrón general, existiendo diferentes gradientes en la parte norte, sur, occidental y diversas secciones de la costa oriental que tienen diferentes implicaciones para la biota de la isla.

La selva mediana subcaducifolia, ocupaba un 27% de la superficie de la Península de Yucatán; en la actualidad sólo quedan fragmentos aislados en la zona del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, en el norte de Quintana Roo y en Cozumel (Carranza *et al.* 1996, Merediz *et al.* 2004). En Cozumel, la protección de una porción importante de dicho ecosistema tiene pues un triple valor: 1) protege este tipo de selva que es casi inexistente en el resto del estado, 2) no existen otras ANPs en la isla que incluyan extensiones considerables de dicha vegetación, y 3) es en estas comunidades donde se concentran una buena parte de los endemismos de la isla.

13. Criterios de Ramsar:



14. Justificación de la aplicación de los criterios señalados en la sección 13 anterior:

Criterio 1:

Los manglares ubicados en la porción norte y oriente de Cozumel justifican la aplicación de este criterio, ya que se trata de ecosistemas representativos a nivel regional, cruciales para el mantenimiento y sobrevivencia de muchas de las especies presentes en la isla. Cabe aclarar que aunque existen manglares en otras islas del Caribe Mexicano, Cozumel cuenta con la mayor extensión de dicho ecosistema en buen estado de conservación (CONANP, 2007).

Por otra parte, las características geológicas de la isla, formada básicamente por diferentes rocas calizas que confieren una gran porosidad y permeabilidad al subsuelo, favorecen la rápida infiltración del agua de lluvia al acuífero, que aunque es poco profundo y extenso, permite la existencia de algunos cenotes, lagunas costeras y dolinas de agua dulce y salobre, mismas que son cruciales para el desarrollo de la variada flora y fauna locales, así como el de las comunidades humanas presentes en la isla. Este aspecto cárstico de Cozumel es sumamente importante a nivel regional, ya que es la única isla en la porción caribeña de México con un sistema acuífero de tal naturaleza.

Criterio 2:

De todas las especies de plantas encontradas en las diferentes comunidades de la isla, 7 están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. De éstas, 5 se han registrado en el sitio propuesto. Las primeras cuatro son las especies de mangle que se encuentran sujetas a protección especial (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*). La otra es la Palma chit (*Thrinax radiata*), que ha sido ampliamente usada para la construcción en toda la península y catalogada como amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2001.

De las 31 especies de anfibios y reptiles reconocidas por Campbell (1998) y Lee (2000), 13 están en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y en la IUCN (2004), tales como *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río), que se encuentra bajo protección especial; *Caretta caretta*, en peligro de extinción; *Ctenosaura similis* (garrobo), como amenazada; *Chelonia mydas* (tortuga blanca), en peligro de extinción; *Eretmochelys imbricata* (tortuga carey) *Iguana iguana* (iguana verde), amenazada; *Kinosternon scorpioides* (tortuga casquito), protección especial; *Rhinoclemmys areolata*, amenazada; entre otras.

En cuanto a las aves, hay que mencionar que la mayoría de las especies endémicas se encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2001. Algunas de las especies no endémicas que se encuentran incluidas en esta norma son: *Amazona xantholora* (loro yucateco), en la categoría de protección especial; *Asio stygius* (búho cara oscura), protección especial; *Buteogallus anthracinus* (aguililla-negra menor), en protección especial; *Crotophaga ani* (garrapatero pico liso), amenazada; *Egretta rufescens* (garceta rojiza), en protección especial, y *Limnothlypis swainsonii* (chipe corona café), en protección especial.

Existen, por otro lado, varias especies que residen o se encuentran en Cozumel de forma estacional. Por ejemplo, se han observado grupos temporales de flamencos (*Phoenicopterus ruber*) (Jorge Correa, com. pers.), amenazada según la NOM-059- SEMARNAT-2001, así como de paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*), la cual se encuentra también amenazada según la misma Norma Oficial Mexicana.

Al igual que sucede con las aves, la mayoría de los mamíferos endémicos se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2001. Las especies no endémicas que pueden citarse son *Potos flavus* (martucha o mico de noche), catalogada como sujeta a protección especial y *Trichechus manatus* (manatí), que se encuentra en peligro de extinción.

Criterio 3:

Se considera este criterio por los endemismos presentes en el sitio, los cuales son muy elevados en Cozumel. Arriaga *et al.*, 2000 y Holsinger, 1992, citan 4 especies de invertebrados endémicos: *Agostocaris bozanicí*, *Bahadzia setodactylus*, *Janicea antiguensis* y *Yagerocaris cozumel*. La ictiofauna está representada por 3 endemismos, *Poecilia velífera* es endémica de la península de Yucatán, concretamente de los cenotes costeros del norte de Quintana Roo; *Cyprinodon artífons*, también es

endémico de la península y su distribución en Quintana Roo es en la franja costera peninsular y en las lagunas interiores de Cozumel e Isla Mujeres; *Floridichthys polyommus* es la tercera especie endémica de la península, presente en los tres estados. Es común en lagunas costeras donde hay manglar y praderas de *Thalassia sp.* en aguas someras y salobres. En cuanto a los reptiles únicamente se presenta un endemismo confirmado, la lagartija endémica de Cozumel, *Aspidoscelis cozumela*. Particularmente esta especie tiene la característica que todos los individuos son hembras que se reproducen por partenogénesis, fenómeno poco estudiado en vertebrados.

La NOM-059-SEMARNAT-2001 incluye 2 especies endémicas de aves (Vireo de Cozumel - *Vireo bairdi* y Cuitlacoche de Cozumel - *Toxostoma guttatum*) y 3 subespecies (Hocofaisán de Cozumel - *Crax rubra griscomi*, Vireón cejirrufo - *Cyclarhis gujanensis insularis* y Matraquita - *Troglodytes beani*) como endémicas, de las cuales 2 (*T. guttatum* y *C. rubra griscomi*) están en peligro de extinción y las demás están sujetas a protección especial. Algunos autores como Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado; Curry, 2004; Escalante-Pliego *et al.*, doc. electr.; INE-SEMARNAT, 1998; Howell y Webb, 1995; Martínez-Morales, 1999; citan además de *T. guttatum* y *V. bairdi* a *Troglodytes beani* y *Chlorostilbon forficatus* como especies endémicas y un total de 15 subespecies.

Un caso muy peculiar es el de los mamíferos, ya que se reportan siete taxa endémicos (3 especies y 4 subespecies), lo que la hace una de las islas con más taxa endémicos en México (Martínez-Morales 1996, Reid 1997, Ceballos *et al.* 1998, Cuarón *et al.* 2004). De entre todas estas hay que mencionar algunos casos de singular importancia: *Nasua nelsoni* (Merriam, 1901) – Coatí de Cozumel; *Procyon pygmaeus* (Merriam, 1901) - Mapache de Cozumel; *Pecari tajacu nanus* – Jabalí de collar enano; *Reithrodontomys spectabilis* Jones y Lawlor, 1965 – ratón de Cozumel; y *Peromyscus leucopus cozumelae* (Merriam, 1901) – ratón de Cozumel.

Criterio 4:

Al tratarse de una isla con numerosas especies endémicas a la misma, este humedal representa el único hábitat para su sobrevivencia, ya que en él o en sus alrededores se alimentan, refugian, reproducen o completan una parte de su ciclo de vida. Tal es el caso de las especies mencionadas en el criterio anterior (3).

A su vez, las lagunas y manglares sirven de refugio para muchas especies de peces e invertebrados que se encuentran allí resguardadas de sus depredadores o a individuos en estado juvenil y reclutas de especies de ambientes arrecifales que necesitan de estos lugares para sobrevivir durante las primeras fases de su desarrollo. Por eso también sirven como lugares de alimentación de peces y otros animales marinos (Talbot, 2001).

Las aves migratorias también usan los humedales de la isla como zona de refugio, descanso o alimentación. En la temporada de huracanes algunas especies de aves marinas como las fragatas (*Fregata magnificens*) se refugian en la isla.

Criterios 7 y 8:

Ambos criterios son considerados debido a la presencia de especies de peces endémicas a Cozumel y la Península de Yucatán; las cuales contribuyen de manera importante a la diversidad biológica de la isla y sus poblaciones mantienen una proporción importante dentro del sitio Ramsar. Son especies que permanecen en la zona a lo largo del año, completando ahí su ciclo biológico y proporcionando alimento a muchas otras especies que dependen de las primeras. Como se describió en el criterio 3 de esta sección, los peces endémicos son: *Poecilia velifera*, *Cyprinodon artifrons* y *Floridichthys polyommus*. También es importante mencionar que estas especies transitan y ocupan diferentes zonas del humedal para completar su ciclo de vida, algunas de las etapas vulnerables se alimentan y desarrollan en la zona de manglares, para luego incorporarse a las aguas dulces de origen cárstico o viceversa.

15. Biogeografía (requerido cuando se aplican los criterios 1 y/o 3 y en algunos casos de designación con arreglo al Criterio 2):

Indique la región biogeográfica donde se halla el sitio Ramsar y el sistema de regionalización biogeográfica que se ha aplicado.

a) región biogeográfica:

Tanto Isla Cozumel como la Península de Yucatán pertenecen a la Región Neotropical.
Provincia del Petén y Provincia Caribeña
Región zoogeográfica del Caribe
Bosques secos de Yucatán

b) sistema de regionalización biogeográfica

Regionalización Biogeográfica de México (CONABIO, 1997)
Regiones Prioritarias Marinas de México (CONABIO, 1998)
Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel (INE-SEMARNAP, 1998)
Una Evaluación del Estado de las Eco-Regiones Terrestres de América Latina y el Caribe (Banco Mundial, 1995)

16. Características físicas del sitio:

Edafología.

Se distribuyen en la superficie insular cuatro grupos principales de suelos con extensiones muy desiguales (INIFAP-CONABIO, 1995), mismos que están presentes también en el sitio Ramsar. El principal es el Rendzina (actualmente Leptosol según SICS-ISRIC-FAO, 1999), que ocupa un 86.51% de la superficie insular repartiéndose por su zona central. El segundo en cobertura es el Solonchak, que abarca el 10.86% de la superficie del territorio y se distribuye principalmente en las zonas pantanosas de los extremos sur, norte y en una porción de la costa nororiental (siendo en el primer caso de tipo órtico y en los otros dos de tipo gléyico). El tercero es el suelo denominado Gleysol (de tipo mólico), el cual ocupa un 1.05% de la superficie y se encuentra en la costa oriental inmediatamente al norte de la carretera transversal. Finalmente, el Regosol (de tipo calcárico) ocupa un 0.5% de la superficie insular y se sitúa en una estrecha franja de la costa al norte de San Miguel de Cozumel.

Geología

La Península de Yucatán está constituida por sedimentos calcáreos de origen marino del periodo Terciario y Reciente. Las calizas con mejores características acuíferas y que ocupan una gran área son las del Eoceno y las del Mio-Plioceno. En el periodo entre estas dos últimas edades geológicas en las que se encuentra la denominada Formación Carrillo Puerto, la cual se encuentra en la porción oriental de la Península de Yucatán. (CNA, 2002), y engloba en su totalidad la Isla de Cozumel. La litología de Cozumel se estructura de este modo en tres unidades que, al ser elevada la jerarquía litoestratigráfica de la Formación Carrillo Puerto al rango de Grupo (Lesser *et al.*, 1978), quedan denominadas como: Formación Mirador, Formación Abrigo y Formación Chankanaab. Existe un estrato todavía más antiguo denominado Formación Cozumel que, como los tres anteriores, pertenece al Terciario.

Hidrogeología.

La presencia de aguas superficiales se limita básicamente a algunas pequeñas lagunas (que quedan práctica o totalmente secas de forma estacional), ya que el agua de lluvia se infiltra rápidamente al acuífero. Así, el grado de escurrimiento superficial es casi nulo en toda la isla y no se han formado cuencas ni estructuras hidrográficas superficiales (Lesser *et al.*, 1978; CIM, 1993). Sin embargo, existen lagunas costeras con cuerpos de agua permanentes en dos zonas de la isla. Estas son las lagunas costeras en los humedales situados en el extremo sur (ZSCE Laguna Colombia) con una extensión de 261.86 ha, y las que se hallan en el norte con una extensión de 1,006.68 ha que constituyen el mayor sistema lagunar de la isla, con 5 lagunas de límites bien definidos y un conjunto de áreas más o menos interconectadas y con niveles de inundación variables. Tres de las lagunas tienen comunicación directa con el mar. La más occidental de ellas es la Laguna Ciega que, con un área de 307.70 ha, posee una apertura más grande hacia el mar (casi 1 km) y en donde se localiza la Isla de la Pasión; parcialmente transformada por el huracán Gilberto y ahora conectada a tierra firme por un brazo de arena. La segunda, ubicada hacia el este, es la Laguna de la Pasión, con

una extensión de 38.47 ha y sin salida al mar. La Laguna Río de la Plata (antes denominada Xlapac), con 387.56 ha y una salida al mar de apenas 100 metros y otra laguna de 96.97 ha. A partir de esta zona el sistema adquiere una complejidad mayor y es difícil distinguir los cuerpos de agua unos de otros, pues se ramifican e interconectan ampliamente, formando un conjunto difuso de áreas más o menos inundadas. La superficie ocupada por la Laguna Montecristo (antes Aguagrande) se estima en 168.92 ha y es la laguna más oriental que tiene contacto directo con el mar mediante una boca de no más de 50 metros. La naturaleza cárstica del subsuelo de la isla y su gran solubilidad facilita la formación de cuevas subterráneas, cenotes y dolinas (Lesser *et al.*, 1978). La mayor parte de cenotes y ríos subterráneos se encuentran en la mitad sur de la isla. De hecho existen tres sistemas: Chankanaab, Aerolito de Paraíso y Cocodrilo. El primero es el más grande con una longitud de 8,921 m y cuenta con 6 diferentes cenotes conectados. El segundo es un poco más pequeño, con 4,440 m y tiene salida al mar por La Caleta. El tercero, con 1,600m de longitud, está conectado a 2 cenotes y termina a 40 m antes de llegar al mar. Todos ellos con flujo de agua hacia el este, son cuevas hanquihalinas con profundidades máximas entre los 12 y 27 m. Aparte, existen 4 dolinas en la isla de entre 18 y 50 m de profundidad sin sistema cavernoso horizontal (Germán Yáñez, com. pers.).

El hecho de que no se tengan registros de sistemas subterráneos en el sitio podría deberse a la falta de exploración de estos sitios por su grado de inaccesibilidad, pues no hay ningún dato *a priori* que haga pensar que estos sistemas deban estar restringidos a una zona de la isla en concreto. Si bien la rápida infiltración del agua en el subsuelo en toda la isla y la ausencia de desniveles pronunciados no permiten la formación de una red de drenaje superficial, favorecen enormemente la transparencia de las aguas marinas costeras, ya que el agua que emana del acuífero hacia el mar no acarrea los sedimentos que llevaría si proviniera de la superficie.

Hidrología.

Debido a las características geológicas de la isla, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero. Este está contenido principalmente en las Formaciones Chankanaab y Abrigo como un único cuerpo de agua que viaja fácilmente debido a la porosidad de dichos estratos. De este modo el acuífero está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, es decir, la mayor parte de la isla debe ser considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Lesser, 1978; CAPA, 2002). Éste tiene una extensión de 288 km² (60% del total de la isla) y los espesores mayores se encuentran en los ejes de captación 2 y 3 al norte de la carretera transversal. La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona central. Luego el agua fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Eso significa que las zonas inundables del sitio se nutren tanto del agua directa de la lluvia como de la que fluye desde el acuífero hasta la costa y que termina por mezclarse con la influencia marina. Estos, junto a la zona de Laguna Colombia, constituyen las únicas zonas de inundación en la isla, aunque existen también pequeños estanques temporales en otras partes.

Por lo que respecta a la estructura hidrogeoquímica del acuífero, la interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m. Esto se debe en parte al bajo relieve del terreno, con lo que se hace imposible el aprovechamiento de agua en esa zona. Por este motivo, los pozos de aprovechamiento se localizan en la parte central, ligeramente hacia el noroeste, donde el espesor de agua dulce es mayor y tiene valores de sólidos totales disueltos aceptables para el consumo. La delgada capa de agua dulce de la costa norte muestra el riesgo al que se enfrenta el sitio, ya que una disminución del grosor de esa capa o su contaminación salina por una mala o excesiva explotación del acuífero, podría reducir el aporte de agua dulce hacia el humedal y provocar incrementos en la salinidad del subsuelo. Si este cambio llegara a producirse de una forma amplia y sostenida, la vegetación de la parte terrestre del sitio podría verse severamente afectada. Este factor debe ser tomado en cuenta en los planes de desarrollo y la planificación del crecimiento en la isla.

Climatología.

El clima en Cozumel es del tipo Am W (I), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano según el sistema modificado de Köppen (García, 1973).

a) Temperatura.

La temperatura media es de 25,5°C, con pocas oscilaciones diarias. Las máximas se dan en agosto (valor extremo registrado de 39°C) y las mínimas en enero. En los meses de invierno las temperaturas pueden llegar a ser un poco más bajas (20°C), habiéndose registrado un mínimo extremo de 6°C.

b) Precipitación

Precipitación promedia anual de 1570 mm con un máximo en septiembre-octubre (250 mm mensuales) y un mínimo en marzo-abril (con 40 mm mensuales). Teniendo en cuenta la superficie de la isla, esto representa un volumen total precipitado al año de 714 hm³ (millones de metros cúbicos).

c) Humedad atmosférica

Las humedades relativas más altas se dan durante la época de lluvias; entre julio y octubre y particularmente en el mes de septiembre. Los valores más bajos se registran por el contrario durante la época de secas; durante los meses de marzo, abril y mayo (INE-SEMARNAP, 1998).

d) Vientos

Bajo la influencia de los Alisios, soplan vientos del E y SE de entre 15 y 20 nudos durante la mayor parte del año. Esto deja la cara oriental de la isla expuesta a un fuerte oleaje y cierta tendencia a la erosión, lo cual ha generado una orografía en forma de escalones y pequeños acantilados en ciertos puntos de la costa. Esta situación cambia en invierno, cuando los vientos del norte y noroeste provocan una mayor exposición de la costa occidental.

Oceanografía

La influencia de las mareas es mínima en la isla, siendo la diferencia media entre mínimo y máximo de 0.24 metros. El patrón de corrientes regionales viene definido por la Corriente del Caribe, que a su vez es generada por la Nor-ecuatorial y la de Guyana cuando éstas ingresan en este mar a través de las Antillas Menores. El resultado es una rama principal con una velocidad de 1-2 nudos y que atraviesa el canal del Yucatán por el lado oeste a unos 3-4 nudos.

Calidad del Agua

Nutrientes

En general, el contenido de nutrientes en el mar es muy bajo en la región. Sin embargo, en aguas cercanas a la costa la concentración de nutrientes puede ser más alta debido al aporte por arrastres de aguas pluviales, intercambio con sistemas estuarinos y descargas antropogénicas. Al respecto, estudios realizados en el año de 1997 mostraron niveles de nitratos en aguas de la costa occidental (la de mayor desarrollo turístico) mayores que en la costa oriental, a diferentes profundidades entre 1 y 100 m (8.87 ± 2.87 vs. 2.34 ± 2.69 mg-at/l). De forma similar, la concentración de bacterias coliformes fue mayor en el margen occidental de la isla, con valores elevados frente a las playas localizadas al sur de La Caleta y en las proximidades de Punta Piedras (83 y 96 UFC/100 ml), así como frente a las Playas de San Francisco, Palancar y Bosh.

17. Características físicas de la zona de captación:

Las características físicas de la zona de captación son similares a las del sitio Ramsar, ya que se trata de una isla con condiciones prácticamente homogéneas en cuanto a relieve, clima e hidrología. Por esta razón, dichas características compartidas se describen en el punto anterior (16).

18. Valores hidrológicos:

El sistema de humedales está estrechamente ligado al flujo de aguas subterráneas. El agua infiltrada al subsuelo en los hábitats selváticos en el interior de la isla, termina por desembocar en la zona de humedales y finalmente esta agua se mezcla con la del mar, influyendo en los hábitat arrecifales que se encuentran frente a la costa.

Los manglares y la vegetación de dunas costeras representan una barrera natural que protege a la costa de los embates del oleaje y el mal tiempo así como de los fenómenos climáticos como las tormentas, ciclones y huracanes, amortiguando su efecto y disminuyendo el daño producido tierra adentro. En términos generales, se ha comprobado que este tipo de vegetación protege incluso de desastres naturales como los tsunamis (Danielsen *et al.*, 2005).

Por otro lado, las formaciones coralinas son exportadoras de nutrientes y germoplasma, además de brindar refugio a organismos en etapas juveniles los cuales son de gran importancia para la pesca ribereña y de alta mar. Debido a su alto grado de conservación, permite realizar estudios científicos en las comunidades coralinas.

19. Tipos de humedales

a) presencia:

Marino/costero: A • **B** • C • D • **E** • F • G • **H** • **I** • **J** • K •
Zk(a)

Continental: L • M • N • O • P • Q • R • Sp • Ss • Tp • Ts • U •
 Va •
 Vt • W • Xf • Xp • Y • Zg • Zk(b)

Artificial: 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6 • 7 • 8 • 9 • Zk(c)

b) tipo dominante:

- 1.-I
- 2.-J
- 3.-H
- 4.-E
- 5.-B
- 6.-Zk(a)

Donde I: Humedales Intermareales Arbolados; J: Lagunas Costeras Salobres/Saladas; H: Pantanos y Esteros; Zk(a): Sistemas Kársticos y Otros Sistemas Hídricos Subterráneos; E: Playas de Arena o de Guijarros; B: Lechos Marinos Submareales

20. Características ecológicas generales:

En cuanto a la composición florística, Cozumel posee casi el 40% de la flora presente en todo el estado (Sousa y Cabrera, 1983 citado por Téllez, 1987). Las 542 especies presentes en la isla se distribuyen en un total de 105 familias (Téllez, 1987).

De acuerdo con lo descrito por Téllez *et al.* (1989) y al Inventario Nacional Forestal (INEGI, 2000), es posible distinguir cinco comunidades diferentes en la isla: Las selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia, el manglar, el tular-saibal, la vegetación halófito o de dunas costeras, y el tasistal. Las dos primeras constituyen asociaciones de vegetación primaria que, por su mayor extensión, complejidad y estabilidad, determinan las condiciones del lugar que dominan, mientras las otras tres se encuentran intercaladas entre estas (probablemente por esto los tulares-saibales no se describan como tales en el Inventario Nacional Forestal). Por otro lado existen asociaciones de vegetación de tipo secundario, es decir, aquellas que se desarrollan cuando las primarias quedan total o parcialmente destruidas debido a causas antropogénicas o naturales, y que recuperan su estado de comunidad clímax original cuando esas perturbaciones cesan (Rzedowski, 1978).

El sitio engloba la zona de humedales y lagunas costeras más extensa y geomorfológicamente más compleja de la isla, la cual no goza de ningún tipo de protección formal. Además, allí se encuentran poblaciones de las cuatro especies de manglar de la región, así como comunidades vegetales costeras que forman parte fundamental de la conectividad entre los ecosistemas terrestres y marinos.

Por otro lado, los microatolones presentes en la zona de influencia del sitio, son más típicos del Caribe oriental, y éstos son los únicos reportados en el Caribe occidental (Steneck *et al.*, 2003). Si bien se han encontrado formaciones similares en Panamá, las de Cozumel son las únicas que están enteramente formadas por algas coralináceas, mientras que las del país centroamericano son coberturas de estas algas generadas encima de viejas formaciones arrecifales.

Uno de los sistemas ecológicos más importantes son los manglares. Esta comunidad, junto con las demás asociaciones presentes en los humedales costeros, son especialmente importantes por el hecho de formar el ecosistema intermedio entre la selva media subcaducifolia y el sistema arrecifal situado en el bentos marino frente a las costas. Es en este punto en el que zonas salobres con niveles de agua superficial variables de forma estacional, albergan especies adaptadas exclusivamente a este tipo de condiciones de salinidad y grado de inundación variables. En la Isla de Cozumel este tipo de vegetación es sumamente importante para la conservación del mapache endémico (*Procyon pygmaeus*) dado que diversos estudios (Cuarón *et al.*, 2004; MacFadden, 2004; García Vasco, 2005; Copa-Álvaro, datos no publicados) han encontrado que en estos sitios la población de esta especie, aunque pequeña, es estable y existen evidencias de reproducción. Por lo anterior, es necesario la protección de la zona costera y el manglar de la isla. Del mismo modo, estos humedales sirven de refugio para diversas especies de aves tanto residentes como migratorias. El servicio ambiental más importante proporcionado por los ecosistemas de la isla tiene que ver con la regulación del clima local, ya que se trata de un sistema insular con una cobertura vegetal de proporciones importantes. Por otro lado, el sistema provee, vía pozos, de agua dulce para el consumo humano y animal, entre otros servicios.

21. Principales especies de flora:

Selva baja caducifolia y mediana subcaducifolia

La selva mediana subcaducifolia es el tipo de vegetación predominante y bastante abundante que se concentra en la porción central de la isla. Merece especial mención ya que esto es lo contrario de lo que ocurre en la parte continental del Estado, donde esta comunidad ocupa sólo una pequeñísima parte en su frontera con Yucatán (Espejel y Flores, 1994). Su estructura consiste en árboles de 8 y hasta 20 metros de altura, con escaso estrato arbustivo herbáceo y alrededor del 50% de las especies son caducifolias. Entre las especies más importantes en la isla están *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Pithecellobium mangense*, *P. dulce* y *Diospyros nicaraguensis*. Las epífitas y trepadoras incluyen a *Selenicereus testudo* y *Dioscorea floribunda* (Téllez, 1989). Hay especies de árboles con altura y diámetro importante de *Manilkara achras* y *Lysiloma latisiliquum*. Por otra parte, las dominantes son *Guazuma ulmifolia*, *Coccoloba cozumelensis*, *Cedrella odorata*, *Randia longiloba*, *Metopium brownei*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Piscidia piscipula*, *Bursera simauruba*, *Vitex gaumeri*, *Cecropia obtusifolia*, *Gliricidia sepium*, y *Hampea trilobata*.

Manglar

La comunidad de manglar, con alturas arbóreas de 5 a 10 m y un promedio de 6 m se encuentra especialmente en el norte de Cozumel. Los suelos de estas comunidades tienen un gran contenido en materia orgánica y las especies dominantes encontradas son las cuatro especies típicas de la región: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), Mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*) y Mangle negro (*Avicennia germinans*). A éstas las acompañan *Rhabdadenia biflora*, *Batis maritima* y ocasionalmente *Manilkara zapota* y *Annona glabra*; ya que toleran las condiciones anteriormente descritas. En Cozumel encontramos también presentes en el manglar algunas epífitas y trepadoras como *Brassavola nodosa*, *Selenicereus testudo*, *Schomburgkia tibicinis*, *Aechmea bracteata*, *Echites yucatanenses* y *R. biflora* (Téllez, 1989). También se encuentran asociadas al manglar o limítrofes a este: *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Hampea trilobata*, *Cordia sebestena*, el helecho *Acrostichum aureum* y varias gramíneas y ciperáceas (Flores, 1992).

Tular-Saibal

Los tulares-saibales son asociaciones xerales que habitan en suelos periódica o permanentemente inundados, lodosos, algo firmes y en ocasiones con aguas salobres. En Cozumel, su composición es

dominada por *Typha angustifolia* o *Cladium jamaicense* con algunos elementos más en los ecotonos con otras asociaciones como: *Acrostichum danaeifolium*, *Dalbergia brownei* y *Rhabdadenia biflora*.

Vegetación Halófito o de Dunas Costeras

La vegetación halófito o de dunas costeras se encuentra en todo el litoral de la península y normalmente se encuentra limitada por el mar y el manglar y mide entre 60 y 100 metros de ancho. La componen formas arbustivas o herbáceas erectas y postradas entre las que se encuentran: *Ipomoea pes-carpe*, *Suriana maritima*, *Coccoloba uvifera*, *Tourneiforita gnaphalodes*, *Hymenocallis americana*, *Cenchrus echinatus*, *Flaveria linearis*, *Ambrosia hispida*, *Cakile edentula* y *Caesalpinia bonduc*. De éstas, las tres primeras son las más frecuentes e incluso se encuentran como pioneras en lugares rocosos.

Tasistal

El tasistal es una asociación de poca diversidad o monoespecífica, de palmas de 3 a 10m de altura, en ocasiones relacionada con otras comunidades como tular o saibal, comunes en suelos periódica o permanentemente inundados. Esta asociación está dominada por el tasiste (*Acoelorhaphhe wrightii*), pero también están presentes como especies acompañantes *Cladium jamaicense*, *Acrostichum danaeifolium*, *Schomburgkia tibicinis*, *Dichromena colorata*, y *Elaeocharis caribaea*.

Vegetación secundaria

La vegetación secundaria está formada por varios estratos arbóreos pequeños de entre 5 y 15 m, varios arbustivos y un herbáceo, con gran cantidad de trepadoras y algunas epífitas. Las especies típicamente encontradas en estos ambientes en la isla son: *Cecropia obtusifolia*, *Byrsonima bucidifolia*, *Trichilia havanensis*, *Leucaena leucocephala* y *Callicarpa acuminata*. (Téllez, 1989).

Ambiente marino (microatolones)

Aunque este sistema no está incluido dentro del sitio Ramsar, es pertinente mencionarlo, ya que se encuentra físicamente muy cercano al primero, es decir, forma parte de la zona de influencia. En esta región se encuentran unas formaciones de algas coralíneas llamadas microatolones por sus pequeñas dimensiones (10-25 metros de diámetro) y su morfología de pilar ascendente con una altura de unos 2-3 metros, sobresaliendo del agua en unos 25-50 centímetros y con una pequeña laguna interior de no más de 10 cm de profundidad. La especies que los conforman son *Porolithon pachydermum*, *Lithophyllum congestum*, *Paragoniolithon sp.*, *Peyssonnelia sp.*, *Neogonolothon imbricatum* y *Polystrata sp.* en cuanto a las algas. También se encuentran en los costados algas carnosas, algunas colonias de *Diploria strigosa* y muy escasas esponjas incrustantes. En la laguna interior se hallan algas verdes y cafés (*Asparagopsis sp.*, *Turbinaria turbinata* y *Laurencia poiteau*).

22. Principales especies de fauna:

Invertebrados

Sin tener en cuenta a los invertebrados marinos, se han registrado 7 especies de invertebrados acuáticos (anfípodos, isópodos y decápodos) que habitan en cenotes y cuevas, tales como *Grandidierella sp.*, *Bahadzia bozanic* y *Bahalana mayana*; las otras cuatro especies se consideran endémicas.

Ictiofauna

En las aguas continentales de Cozumel se han encontrado 8 especies diferentes de peces, de las cuales 3 son endémicas (Schmitter-Soto, 1998). Las especies no endémicas son *Atherinomorus stipes*, *Heterandria bimaculata*, *Garmanella pulcra* y *Bathygobius soporator*, así como la subespecie *Gambusia yucatanana yucatanana*.

Herpetofauna

Cozumel es la isla mexicana con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles (Calderón-Patrón et al. 2004). Campbell (1998) y Lee (2000) reconocen 31 especies. Algunos de los anfibios presentes son *Hyla microcephala*, *Bufo marinus*, *B. valliceps*, *Scinax staufferi* y *Smilisca baudini*. En cuanto a las

especies de reptiles se tiene a *Basiliscus vittatus*, *Hemidactylus frenatus*, *Leptodeira frenata*, *Leptodactylus labiales*, *Oxybelis fulgidus*, *Sphaerodactylus millepunctatus* y *Crocodylus acutus* (cocodrilo de río), entre otros.

Avifauna

Cozumel es una de las islas que, a pesar de su pequeño tamaño, alberga la mayor variedad de especies invernantes así como de especies en tránsito; luego de alimentarse, continúan su viaje hacia Centro y Sudamérica y otras islas del Caribe. Aunque algunos autores describen la existencia de hasta 206 especies de aves en la isla entre migratorias y residentes (Escalante-Pliego *et al.*, doc. electr.), estudios exhaustivos de los registros museísticos, citas en la bibliografía científica y trabajos de campo han corroborado que existen 166 especies confirmadas (Macouzet y Escalante-Pliego, no publicado). Algunas de las especie más representativas son *Ajaia ajaja* (espátula rosada), *Anthracoceros prevostii* (Mango pechiverde), *Ardea herodias* (Garza azul mayor), *Bubulcus ibis* (ibis), *Actitis macularia* (Arenero manchado), *Coereba flaveola* (platanero), *Columbina passerina* (tortolita común), *Coragyps atratus* (zopilote), *Egretta thula* (garza blanca), *Fregata magnificens* (fragata), *Leptotila jamaicensis* (paloma caribeña), *Pandion haliaetus* (gavilán pescador), *Tyrannus melancholicus* (reyezuelo tropical), entre otras.

Mastofauna

En Cozumel existen 13 especies de mamíferos no voladores, al menos 4 especies de mamíferos voladores y 1 especie de mamífero marino. Entre las especies antes mencionadas tenemos a *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris), murciélagos como *Artibeus jamaicensis yucatanicus*, *Dermanura phaeotis phaeotis*, *Micronycteris megalotis phaeotis* y *Natalus stramineus saturatus*. También han sido introducidas algunas especies como *Cuniculus paca Nelson* (tepezcuintle), *Dasyurus novemcinctus* (armadillo), *Odocoileus virginianus* (venado cola blanca), *Dasyprocta punctata* (sereque) y *Potos flavus* (martucha o mico de noche).

Ambiente marino

Si bien la zona marina no forma parte de los límites del sitio, tiene una fauna diversa. Los organismos más representativos de estos ambientes son los cnidarios, como los corales *Acropora cervicornis*, *Acropora palmata*, *Agaricia agaricites*, *Agaricia fragilis*, *Agaricia grahamae*, *Colpophyllia breviserialis*, *Dendrogyra cylindrus*, *Heliocoris cucullata*, *Isophyllia sinuosa*, *Madracis decactis*, *Meandrina meandrites*, *Millepora alicornis*, *Mussa angulosa*, *Porites asteroides*, *Porites porites*, *Scolymia cubensis*, *Siderastrea siderea*, *Solenastrea bournoni*, *Solenastrea hyades*, entre otros. Otros cnidarios importantes son las esponjas, en esta zona se desarrollan las siguientes especies: *Agelas clathrodes*, *Agelas confiera*, *Agelas wiedenmyeri*, *Amphimedon compressa*, *Anthosigmella varians*, *Aplysina cauliformes*, *Aplysina fistularis*, *Aplysina fulva*, *Calcarea sp.*, *Calyx podatypa*, *Clathria sp.*, *Cliona langae*, *Cribrichalina vasculum*, *Chondrilla nucula*, *Demospongia sp.*, *Diplastrella megastellata*, *Monachora barbadensis*, *Pseudoceratina crassa*, *Verongula gigantea*, *Xestospongia muta*, entre otras.

23. Valores sociales y culturales:

a) Describa si el sitio posee algún tipo de valores sociales y/o culturales en general, por ej., producción pesquera, silvicultura, importancia religiosa, lugares de interés arqueológico, relaciones sociales con el humedal, etc. Distinga entre significado histórico/arqueológico/religioso y los valores socioeconómicos actuales.

Cozumel, que en maya significa “Lugar de Golondrinas”, fue ocupada por los mayas desde el Preclásico Tardío (300 a. C. – 300 d. C.) hasta la Conquista. El lugar floreció desde 1250 d.C. como un centro ceremonial dedicado a la diosa Ixchel (diosa de la Luna, el nacimiento y el tejido), deidad de gran importancia en la cosmogonía y religión maya. Además, era parte del recorrido comercial que los mayas yucatecos, chontales y otros grupos mesoamericanos efectuaban a través de las islas del Caribe para realizar trueques de sus productos (Ríos-Meneses, 1988). Es por eso que hoy en día se encuentran hasta 34 sitios con evidencias de ocupación prehispánica, de los cuales 15 están dentro del sitio o de la parte estatal del área propuesta.

San Gervasio es, de todos los sitios arqueológicos en la isla, el más importante ya que fue posiblemente el centro político y económico de la misma. Está situado a poco menos de 2.5 km al sur de los humedales, al norte del área, y unido a las lagunas de este lugar por varios caminos o *sacbé*; por dónde las mercancías desembarcadas en la costa eran trasladadas hacia el interior dónde se almacenaban. Posee cuatro conjuntos residenciales de la elite gobernante, también encontrados en

Buena Vista y La Expedición. Muchos de estos sitios debían tener función de altar y también como puestos de vigía y defensa, por encontrarse en la costa. Por ejemplo, El Real funcionaba como puerto o bien como marcador geográfico para la navegación (Ramírez y Azcárate, 2002).

Aspectos socioeconómicos relevantes desde el punto de vista ambiental.

A partir de 1960, Cozumel comenzó una reactivación económica muy importante gracias a las nuevas actividades de turismo y pesca (Antochiw y César, 1991). Desde entonces el turismo ha jugado un papel central en la economía cozumelense, de hecho es el eje central de la misma, donde los recursos naturales son la fuente de ingresos más importante, principalmente los arrecifes coralinos, visitados por varios millones de turistas al año, en donde se practica el buceo, kayakismo, snorkeleo, entre otros.

Otra actividad importante es la pesca deportiva, practicada sobre todo en las lagunas costeras del norte (Laguna Ciega, Laguna Montecristo, Laguna de la Plata), dicha actividad se realiza con números reducidos de personas (grupos de 2 o 4 personas por lancha) y durante tours de un día. Se pesca: Barracuda (*Sphyraena barracuda*), Macabí (*Albula culpes*), Palometa (*Trachinotus falcatus*), Robalo (*Centropomus undecimalis*) y Sábalo (*Megalops atlanticus*).

La actividad agropecuaria es limitada en la Isla de Cozumel, por lo que no hay una ampliación importante de la frontera agropecuaria en la isla.

b) ¿Se considera que el sitio tiene importancia internacional para tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos, ya sean materiales o inmateriales, vinculados a su origen, conservación y/o funcionamiento ecológico?

Hacen falta estudios más detallados. Cabe hacer constar que existen estudios que registran el uso de asentamientos de la cultura maya en la zona, mismos que han proporcionado información sobre las especies de fauna consumidas en tiempos prehistóricos y sobre posibles redes comerciales que hacían uso del sitio.

24. Tenencia de la tierra / régimen de propiedad:

a) dentro del sitio Ramsar:

La tenencia de los terrenos dentro del sitio es mayoritariamente estatal, pertenecientes al IPAE (Instituto del Patrimonio Administrativo del Estado de Quintana Roo) aunque también existe una pequeña parte con tenencia “No especificada”.

Cabe mencionar que la información existente en los diferentes organismos públicos encargados de la gestión del suelo y las propiedades (Catastro Estatal, Catastro Municipal de Cozumel, Registro Público de la Propiedad, Registro Agrario Nacional, Secretaría de la Reforma Agraria y FIDECARIBE, ahora IPAE) es inconexa y parcial, lo que hace muy difícil sino imposible en muchos casos determinar la propiedad de todo el territorio insular, así como la del sitio Ramsar. Además, la continua división y venta de predios sin que estas transacciones sean hechas oficialmente y registradas en la administración pública pertinente, dificultan todavía más la labor aquí expuesta. Precisamente por este motivo existe una proporción importante de terrenos que se han tenido que clasificar como “No especificado” (CONANP, 2007).

b) en la zona circundante:

Los regímenes de propiedad son ejidal, privado, federal (abarca la zona federal marítimo terrestre) y municipal, predominando el privado. En cuanto a los terrenos propiedad del gobierno del Estado, cabe mencionar que en la actualidad han sido traspasados al IPAE (Instituto del Patrimonio Inmobiliario de la Administración Pública del Estado de Quintana Roo) ya que anteriormente eran administrados por FIDECARIBE.

Se aconseja un estudio exhaustivo de la tenencia de la tierra donde, mediante la colaboración de los distintos organismos gubernamentales y de la administración pública, se determine con exactitud los

límites de los predios y terrenos de toda la isla, ya que no existe este tipo de información centralizada y actualizada en la actualidad (CONANP, 2007).

25. Uso actual del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua):

a) dentro del sitio Ramsar:

Las actividades productivas principales que se realizan en el Sitio Ramsar, así como en su zona de influencia, están relacionadas con el turismo y el comercio.

Antes de los años 1930, Cozumel había vivido una época de crecimiento económico muy importante gracias al desarrollo del comercio, la navegación, el puerto chiclero y la copra. Pero fue a partir de ese año que la crisis generalizada en todo el entonces Territorio de Quintana Roo se dejó también sentir en Cozumel. Fue a partir de los años 1960 que hubo una gran reactivación económica gracias a las nuevas actividades del turismo y la pesca (Antochiw y Dachary, 1991). Desde entonces el turismo ha jugado un papel central en la economía cozumeleña. La actividad agropecuaria es limitada en la Isla de Cozumel, por lo que no hay una ampliación importante de la frontera agropecuaria en la isla. En síntesis, el turismo es el eje central de la economía cozumeleña, y la gran afluencia de visitantes cada año superan en mucho el número de los residentes.

b) en la zona circundante / cuenca:

El municipio de Cozumel, por su estructura productiva, es estrictamente turístico, y aquellas otras actividades que no lo son propiamente, en alguna forma están condicionadas por esa actividad.

Actualmente se distribuyen por día 12 mil metros cúbicos de agua potable, extraída de pozos y almacenada en tanques, para ofrecer cobertura las 24 horas del día a los poco más de 75 mil habitantes de la isla. La isla cuenta con un Plan Integral Administrativo del Agua, mismo que fue puesto en operación en el 2001 y a la fecha les permite disminuir volúmenes de distribución y mayor cobertura, por el no desperdicio. La información disponible sobre el acuífero de la isla y el abasto del agua puede ser consultada en CNA 2002 y CAPA 2005.

Pesquerías

En la isla de Cozumel se practica tanto la pesca comercial como la deportiva. En cuanto a la primera, se explotan básicamente especies de escama, langosta, cangrejo rey y caracol rosado. Esta actividad se realiza en la porción insular norte y sureste. La pesca deportiva es únicamente de escama, y ésta se realiza en la porción norte y fuera de los límites externos del Parque Nacional. Las especies de pesca deportiva son; pez vela (*Istiophorus albicans*), pez espada (*Xiphias gladius*), marlín azul (*Makaira nigricans*) y blanco (*Tetrapturus albidus*), atún aleta amarilla y negra (*Tunnus* sp.), dorado (*Coryphaena hippurus*) y picuda o barracuda (*Sphyraena barracuda*). Por otro lado, existe también la pesca lagunera; en ella se explota principalmente el macabí (*Albula vulpes*), palometa (*Trachinotus falcatus*), róbalo (*Centropomus undecimalis*), y sábalo (*Megalops atlanticus*).

26. Factores adversos (pasados, presentes o potenciales) que afecten a las características ecológicas del sitio, incluidos cambios en el uso del suelo (comprendido el aprovechamiento del agua) y de proyectos de desarrollo:

a) dentro del sitio Ramsar:

El turismo representa un beneficio para los cozumeleños, pero también una fuerte presión, evaluada ya en parte, hacia los recursos naturales; que son precisamente los que atraen al turismo.

La problemática al interior del sitio propuesto se concentra actualmente en la degradación de las estructuras coralinas, reducción de la biodiversidad, sobreexplotación pesquera de algunas especies, contaminación del agua, pérdida de hábitat y modificación del paisaje natural en la línea de costa, entre otros. El origen de tales problemas radica, por un lado, en la elevada afluencia de turistas, lo cual ha generado un desmedido crecimiento en prestadores de servicios acuático-recreativos, así como el desarrollo de infraestructura turística y de apoyo (hoteles, restaurantes, embarcaderos). La falta de educación ambiental y de mecanismos que regulen las actividades de los prestadores de servicios son, por otro lado, las razones de que tales problemas se acentúen. En particular el

acelerado desarrollo de infraestructura turística y urbana a lo largo de la costa, combinado con el escaso cumplimiento a la normatividad ambiental existente, representa actualmente la mayor fuente potencial de deterioro para los ecosistemas arrecifales y el entorno natural en general.

Se sabe que la pesca es una de las actividades antropogénicas que más impactan a los arrecifes coralinos de Cozumel. La sobreexplotación de las especies comerciales y las artes de pesca que barren y destruyen el lecho marino son algunas de las prácticas más nocivas. Además de disminuir los tamaños poblacionales de las especies objetivo, afectan a los pastos marinos, esponjas, corales y erizos, entre otros muchos tipos de organismos. De igual modo, la sobrecolecta de especies ornamentales de coral (negro y rojo, por ejemplo), peces, anémonas y otros invertebrados como ejemplares de acuarios también daña a los arrecifes, alterando su estructura y dinámica.

Otra de las actividades nocivas es la extracción de material de construcción (arena y piedra caliza para producir cemento o bloques) y el dragado de puertos y canales, estas actividades son algunas de las más dañinas que genera la expansión urbana en las zonas costeras de la isla. Todas ellas remueven o dañan irreversiblemente la cubierta de los arrecifes y a sus especies asociadas, lo que, en el mediano o largo plazo puede causar la muerte de los corales y de toda su fauna asociada.

b) en la zona circundante:

Los mismos que en el interior del sitio.

27. Medidas de conservación adoptadas:

a) Indique la categoría nacional y/o internacional y el régimen jurídico de las áreas protegidas, especificando la relación de sus límites con los del sitio Ramsar:

El 19 de julio de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto en el que se declara Parque Nacional la zona conocida como Arrecifes de Cozumel, ubicada frente a la costa occidental de la isla de Cozumel, Quintana Roo, con una superficie de 11,987 ha. El área posee un decreto federal previo, publicado el 11 de junio de 1980, el cual declara como Zona de Refugio para la Protección de la Flora y Fauna Marinas de la Costa Occidental de la Isla de Cozumel a la zona comprendida entre la línea de alta marea a la isobata de los 50 m, a lo largo de la isla, iniciándose en el muelle fiscal y terminando en el vértice sur denominado Punta Celarain. El Parque Nacional Arrecifes de Cozumel se encuentra en la porción sur de la isla, por lo que los límites de éste con los del sitio Ramsar no se tocan en ningún punto, lo cual no significa que no existan intercambios y flujos tanto físicos como biológicos entre las dos áreas y sus ecosistemas. En este sentido, las medidas de conservación en el Parque Nacional también benefician de varias maneras al nuevo sitio Ramsar propuesto.

Además de estos decretos de carácter federal, hay otro en el ámbito estatal, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el 15 de julio de 1996, que otorga la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna, a la región denominada Laguna de Colombia, con una superficie total de 734.59 has.

Asimismo, se especifica que “La costa oriental de Cozumel es un importante sitio para la tortuga marina, ya que presenta condiciones propicias para que estas especies en peligro de extinción arriben y establezcan sus nidos de desove. De esta manera es imperativo establecer las medidas necesarias que tiendan y promuevan la conservación de las características naturales de la zona para así poder asegurar el arribo de las tortugas año con año”. Por ello se designa esta área como “Área de Protección de la Tortuga Marina”.

b) Cuando proceda, enumere la categoría o categorías de áreas protegidas de la UICN (1994) que son de aplicación en el sitio (marque con una cruz la casilla o casillas correspondientes):

No aplica

Ia ; Ib ; II ; III ; IV ; V ; VI

c) ¿Existe algún plan de manejo oficialmente aprobado? ¿Se aplica ese plan?

No existe. Sin embargo en la propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel (APFFC), se contempla la elaboración de un programa de manejo a la par con la designación como área protegida federal (AP), lo cual se llevará a cabo como parte de los compromisos adquiridos por la Conanp para el periodo 2007-2012.

d) Describa cualquier otra práctica de manejo que se utilice:

Durante el año 2008 el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (PNAC), junto con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN), desarrollaron la Caracterización y Monitoreo de Comunidades de Manglar en la Isla de Cozumel (Herrera-Silveira et al. 2008) en el que se tomaron en cuenta aspectos como la estructura, productividad, regeneración potencial de los manglares y algunas otras variables ambientales para sentar la línea de base para el estudio, manejo y conservación de los manglares de la Isla de Cozumel.

A partir de este estudio, se ha continuado el monitoreo de manglares para evaluar la productividad primaria y los cambios en variables físicas (salinidad intersticial) con el objetivo de determinar y dar un seguimiento a las condiciones de los sitios monitoreados.

Adicionalmente, a través del Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable (PROCOCODES), la CONANP ha realizado esfuerzos para promover un uso sustentable de este sitio mediante actividades turísticas de bajo impacto.

En el año 2008, en conjunto con la Cooperativa de Prestadores de Servicios y Guías Profesionales de Pesca Deportiva y Recreativa de Cozumel, S.C. de R. L., se impulsó el desarrollo de un Diagnóstico social, económico y ambiental de las actividades turísticas de la Cooperativa así como el desarrollo de propuestas para su consolidación y fortalecimiento (Bioasesores 2008).

Lo anterior, con el objetivo de detectar las actividades que promuevan un uso sustentable de los recursos naturales y mejorar la operación de esta cooperativa, mitigando los impactos negativos de las actividades turísticas.

28. Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación:

La Isla de Cozumel está propuesta por la Federación como Área Natural Protegida en la categoría de Área de Protección de Flora y Fauna. Las gestiones necesarias para someter dicha propuesta se han realizado debidamente por parte del Gobierno del Estado de Quintana Roo, la CONANP y la propia Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Por lo anterior, el sitio se encuentra en aviso de decreto, sin embargo el trámite aún está en proceso y no hay fecha tentativa para su designación, sólo se espera que sea antes del año 2012, cuando finaliza la administración del C. Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, Felipe Calderón Hinojosa.

Una vez decretada el APFF, la CONANP elaborará el Programa de Conservación y Manejo en conjunto con la comunidad para fomentar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, definiendo las actividades compatibles con el sitio y que generen menos impactos negativos.

En el Programa de Manejo se contemplará la regulación de las actividades de pesca comercial mediante las reglas administrativas y/o zonificación del área, se promoverá el establecimiento de sitios de no pesca basados en las condiciones de fragilidad de cada área, se definirán artes y equipos de pesca que sean compatibles con el esquema de protección, se promoverá particularmente la pesca de liberación y se propondrán nuevas alternativas para aquellas personas o grupos que utilizan la pesca como modo de vida actualmente.

Con respecto a la extracción de materiales al ser una actividad no compatible con un área natural protegida, se buscará la prohibición, a excepción de aquellas áreas o sitios que ya cuenten con autorizaciones previas, en tales espacios se propondrán medidas y actividades que mitiguen los posibles impactos que generen estas extracciones. En el caso particular de la modificación de la línea de costa, el decreto del APFF establecerá que no es factible dicha actividad, únicamente se

permitirá la apertura de las bocanas de las lagunas o el trabajo de mantenimiento de estas bocanas si existe evidencia científica que demuestre que es necesario para el manejo, restauración y/o utilización sostenible del sitio.

Cabe aclarar que la propuesta de Isla Cozumel como Área de Protección de Flora y Fauna se encuentra actualmente en aviso de decreto, esto significa que el Gobierno Mexicano ha hecho todos los trámites legales necesarios para su designación, por lo que se encuentra en proceso de ser anunciada en el Diario Oficial de la Federación. Cuando el proceso finalice, se tomarán las medidas legales que garanticen la protección de la zona norte de la Isla, donde también se ubica el polígono del sitio Ramsar en cuestión, estas medidas podrían incluir expropiación de terrenos que son usados por las comunidades, los que serían destinados para la conservación; establecimiento de vedas de pesca, actividades de restauración del hábitat, reubicación de la actividad turística e incluso de las propias comunidades establecidas en o cerca de la zona propuesta.

29. Actividades de investigación e infraestructura existentes:

No existen al día de hoy. Sin embargo, el Programa de Manejo requerido en la propuesta de APFFC tiene contemplado a futuro contar con instalaciones para llevar a cabo investigaciones en el sitio. La bibliografía adjunta da también una idea de la cantidad y calidad de estudios e investigaciones realizados en la isla de Cozumel, mismas que podrán servir de base para acciones futuras de seguimiento y monitoreo de poblaciones.

30. Actividades existentes de comunicación, educación y concienciación del público (CECoP) que se relacionen con un beneficio del sitio:

Dado que el sitio Ramsar propuesto también está en proceso de declaratoria como área natural protegida federal (área de protección de flora y fauna) es de esperar que se desarrollen actividades similares a las que ya se desarrollan en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, al extremo opuesto de la isla. Como referente, el programa de educación ambiental del Parque Nacional incluye actividades específicas encaminadas a:

- Generar, a partir de un proceso educativo crítico y creativo, cambios de actitud consciente y comprometidos entre pobladores y visitantes en su relación con el entorno natural y su aprovechamiento sustentable.
- Incorporar actividades de interpretación ambiental como alternativa para conservar y difundir las riquezas naturales y culturales del Parque.

Como parte de las estrategias desarrolladas en el Parque Nacional, se encuentran las siguientes: Diseño de proyectos educativos que promuevan el conocimiento, protección y conservación de los recursos naturales, dirigidos a prestadores de servicios turísticos, visitantes, pescadores y población local. Promover y coordinar acciones con diversos centros de educación, cultura y recreación para la instrumentación de programas y actividades que involucren a la comunidad con la protección y cuidado de los ecosistemas del Parque. En el caso del sitio Ramsar propuesto, las actividades irían también encaminadas a proteger las especies de flora y fauna presentes en estos humedales.

31. Actividades turísticas y recreativas:

La isla de Cozumel tiene una gran infraestructura turística compuesta por desarrollos de un club de playa, hoteles, restaurantes, tiendas de buceo, atracadero de cruceros turísticos, principalmente. La belleza de sus formaciones arrecifales ha hecho de la isla uno de los principales destinos de buceo a nivel internacional. En la temporada alta (vacaciones de invierno y verano), la isla presenta cerca del 90% de ocupación hotelera, además del arribo semanal de cruceros turísticos.

32. Jurisdicción:

Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

33. Autoridad responsable del manejo:

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Comisionado Nacional

Dr. Ernesto Christian Enkerlin Hoeflich

enkerlin@conanp.gob.mx

Camino al Ajusco #200, Col. Jardines en la Montaña, Delegación Tlalpan, México, Distrito Federal, Código Postal 14210, Conmutador +52 55 5449 7000

Biol. Alfredo Arellano Guillermo

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

Dirección Regional Península de Yucatán y Caribe Mexicano

Calle Venado No(s). 71 y 73, Supermanzana 20, Manzana 18, Retorno 8, Lotes 2 y 4, C.P. 77500

Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.

arellano@conanp.gob.mx

Fax/Tel. (998) 887 2711

Asimismo, se promoverán acuerdos de coordinación entre el Gobierno del Estado de Quintana Roo y la Conanp para el manejo del sitio.

34. Referencias bibliográficas:

- Almada-Vilella, P. et al. 2003. Manual de Métodos para el Programa de Monitoreo Sinóptico del SAM. Proyecto para el Sistema Arrecifal Mesoamericano
- Anderson, R. P. y C. O. Handley. 2002. Dwarfism in insular sloths: biogeography, selection and evolutionary rates. *Evolution* 56: 1045-1058.
- Antochiw, M. y Dachary, A. 1991. Historia de Cozumel. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Colección Regiones.
- Arnaiz-Burne, S. M. 1988. Cozumel: del repoblamiento al auge turístico. Pg. 83-88. *En: Memorias del I Encuentro de historia sobre la Isla de Cozumel. Cozumel: Un encuentro en la historia.* Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo, México.
- Arriaga, L. 2000. Aguas continentales y diversidad biológica de México. CONABIO.
- Barrillas, A.L. y J. Benitez-Malvido. 2006. Influencia de la exposición al borde sobre la estructura de la vegetación en la selva mediana en la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Barraza, L., I. Ruíz-Mallén y A. D. Cuarón. 2006. Percepciones socio-ambientales sobre los efectos del huracán Emily en Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Bautista, S. M. 2006. Distribución, abundancia y dieta de perros y gatos ferales en la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Posgrado en Manejo de Fauna Silvestre. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa.
- Bioasesores. 2008. Diagnóstico social, económico y ambiental de las actividades turísticas de la Cooperativa de Prestadores de Servicios y guías Profesionales de Pesca Deportiva y Recreativa de Cozumel, S. C. de R. L. y desarrollo de propuestas para su consolidación y fortalecimiento. Informe Final, Bioasesores-CONANP.
- Biodiversity Hotspots. 2005. Terrestrial Vertebrates in Mesoamerica. Conservation International (database).
- CAPA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado). 2005. Informe sobre el manejo de aguas residuales en la isla de Cozumel.
- Carranza, J., C. Barreto, C. Molina, J. Bezaury, y A. Loreto. 1996. Análisis cartográfico del cambio de uso del suelo en la Península de Yucatán, México. Amigos de Sian Ka'an, A. C.
- Ceballos, G., P. Rodríguez y R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism and endangerment. *Ecological Applications* 8:8 – 17.
- CEMDA. 2005. Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal en México. En línea: <http://www.cemda.org.mx/infoarnap/instrumentos/estatales.html>
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2002. Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Isla de Cozumel, Estado de Quintana Roo. Subgerencia de Evaluación y Modelación Hidrogeológica. Gerencia de Aguas Subterráneas

- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007. "Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, México". México, 2007.
- Copa Álvaro, M. A., D. Valenzuela Galván y A. D. Cuarón. 2006. Efectos de los huracanes Emily y Wilma en la abundancia de mamíferos medianos en la Isla Cozumel, México. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Consortio de Ingeniería Mexicana, S. A. de C. V. 1993. Salinización de la Isla de Cozumel, Estado de Quintana Roo y Alternativas de Solución. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).
- Cuarón A. D., M. A. Martínez-Morales, K.W. McFadden, D. Valenzuela y M. E. Gompper. 2004. The status of dwarf carnivores on Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation* 13: 317-331.
- Curry, R. 2004. Highlights of Cozumel's avifauna. En línea: <<http://oikos.villanova.edu/cozumel/highlights.html>>
- Dachary, A. C. y S. M. Arnaiz-Burne. 1988. Repoblamiento y desarrollo de la Isla de Cozumel 1847-1900. Pág. 69-81. *En: Memorias del I Encuentro de historia sobre la Isla de Cozumel*. Cozumel: Un encuentro en la historia. Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo, México.
- Danielsen, F., M.K. Sørensen, M. F. Olwig, V. Selvam, F. Parish, N. Burguess, T. Hiraishi, V. M. Karunakaran, M. S. Rasmussen, L. B. Hansen, A. Quarto y N. Suryadiputra. 2005. The Asian Tsunami: A protective role for coastal vegetation. *Science* 310: 643.
- Decker, D. M. 1991. Systematics of the coatis, genus *Nasua* (Mammalia: *Procyonidae*). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 104: 370-386.
- Durán, R. y I. Olmsted. 1990. Plantas vasculares de Sian Ka'an. En: *Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Navarro, D. y Robinson, J. (Eds.). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). pp. 47-94
- ECOSUR. 2003. Invertebrados Endémicos de Yucatán en el CD "Resultados del Taller Construyendo las Bases Para la Conservación del Agua y su Biodiversidad Asociada en la Península de Yucatán. Quintana Roo, México". Amigos de Sian Ka'an, TNC, CONANP.
- FIDECARIBE. 2003. Plano topográfico, Cozumel zonificación. Escala 1:15,000. Municipio de Cozumel.
- Fortes Corona, I.A. 2004. Ecología de los roedores endémicos de la Isla Cozumel, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Foster, J. B. 1964. Evolution of mammals on islands. *Nature* 202: 234-235.
- Fuentes Montemayor, E., A. D. Cuarón y E. Vázquez Domínguez. 2006. Efectos de borde provocados por caminos sobre poblaciones de *Oryzomys couesi cozumelae*. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Escalante, P. *et al.* Lista de especies presentes en: Ficha Técnica AICA SE-33. Isla Cozumel. CONABIO. En línea: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/SE-33.html>
- Flores, J. 1992. Vegetación de las Islas de la Península de Yucatán. *Florística y Etnobotánica*. Fascículo 4 de Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán. Sostenibilidad Maya
- Flores, S. y Espejel, I. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. *Etnoflora Yucatanense*, Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. Sostenibilidad Maya
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para la República Mexicana). Instituto de Geografía. Univ. Nal. Aut. Mex. 264p.
- García, G. y Loreto, R. 1997. Caracterización de los arrecifes coralinos de la isla de Cozumel, Quintana Roo, México. Amigos de Sian Ka'an.
- García Vasco, D. 2005. Distribución, abundancia y aspectos poblacionales del mapache enano (*Procyon pygmaeus*), un carnívoro insular endémico. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana.
- González Baca, C. A. 2006. Ecología de forrajeo de la boa (*Boa constrictor*), un depredador introducido a la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gutiérrez Granados, G. 2003. Ecología de los roedores de Cozumel y su interacción con el sotobosque. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hamblin, N. L. 1984. *Animal use by Cozumel Maya*. The University of Arizona Press, AZ.
- Heaney, L. R. 1978. Island area and body size of insular mammals: evidence from the tri-coloured squirrel (*Callosciurus prevosti*) of Southeast Asia. *Evolution* 32:29-44.

- Hernández, A. 2005. Necesario el hundimiento de dos barcos más, pero en la zona norte de Cozumel, para dar auge al buceo con arrecifes artificiales. El Semanario de Cozumel del 19 de febrero.
- Herrera-Silveira, J.A., Zaldívar-Jiménez, A., Teutli-Hernández, C. y Pérez-Ceballos, R. 2008. Caracterización y monitoreo de comunidades de manglares en la Isla de Cozumel. Informe Final. CINVESTAV-CONANP, 49 pp.
- Howell, S. y S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and North Central America. Oxford University Press. Oxford, New York, Tokyo.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Principales resultados por entidad. <<http://www.inegi.gob.mx>>
- INEGI, 2004a. Anuario estadístico de Quintana Roo.
- INEGI, 2004b. Cuaderno estadístico municipal de Cozumel.
- INIFAP-CONABIO. 1995. Mapa edafológico. Escala 1:250,000 y 1:1,000,000. México.
- Instituto Nacional de Ecología y Amigos de Sian Ka'an. 2002. Valoración turística y evaluación de la degradación ambiental que presentan los arrecifes del estado de Quintana Roo (estudio no publicado).
- Instituto Nacional de Ecología y SEMARNAP. 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Arrecifes de Cozumel, México. Instituto Nacional de Ecología, México.
- Jauregui, E. *et al.* 1980. Los ciclones y tormentas tropicales en Quintana Roo durante el periodo 1871- 1978. Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Jones, J. K. Jr. y T. E. Lawlor. 1965. Mammals from Isla Cozumel, México, with description of a new species of harvest mouse. University of Kansas Publications. Museum of Natural History 16: 409- 419.
- Jordán, E. 1988. Arrecifes profundos en la Isla de Cozumel. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad. Nacional Autónoma de México, 16(2): 195-208.
- Lee, J. C. 2000. A field guide to the amphibians and reptile of the Maya world. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- Lee, J. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Cornell University Press. USA
- Lesser, H. *et al.* 1978. Geohidrología de la Isla de Cozumel, Q. Roo. Recursos Hidráulicos Vol. VII num. 1.
- Lomolino, M. V. 1985. Body size of mammals on islands: the island rule re-examined. American Naturalist 125: 310-326.
- Macouzet, T. y P. Escalante-Pliego. 2000. First record of Louisiana Water-thrush (*Seiurus motacilla*) from Cozumel Island, Quintana Roo, Mexico. Ornitología Neotropical 11:183-184
- Macouzet, T., y P. Escalante-Pliego. 2000. New records of birds for Cozumel Island, Mexico. Southwestern Naturalist 45:79-81.
- Macouzet F. T. y, and P. Escalante-Pliego. 2001. Registros del Cuitlacoche de Cozumel *Toxostoma guttatum* posteriores al Huracán Gilberto. Cotinga 15: 32-33.
- Martínez, D. 1998. Distribución y Abundancia de las Poblaciones del Caracol Rosado *Strombus gigas* en la isla de Cozumel, Quintana Roo. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- Martínez Godínez, D. y D. Valenzuela Galván y A.D. Cuarón. 2006. Variación espacio temporal de la dieta del mapache pigmeo (*Procyon pygmaeus*) de Cozumel, Quintana Roo. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Martínez-Meyer, E., M. Martínez-Morales y J. Sosa-Escalante. 1998. First record of the kinkajou, *Potos flavus* (Carnivora: Procyonidae), from Isla Cozumel, Quintana Roo, Mexico. Southwestern Naturalist 43:101-102.
- Martínez-Morales, M. 1996. The Cozumel Curassow: abundance, habitat preferences, and conservation. M. Phil. thesis. University of Cambridge, Cambridge
- Martínez-Morales, M. 1999. Conservation status and habitat preferences of the Cozumel Curassow. The Condor, 101: 14-20
- Martínez-Morales, M. y A. D. Cuarón. 1999. Boa constrictor, an introduced predator threatening the endemic fauna on Cozumel Island, Mexico. Biodiversity and Conservation, 8: 957-963
- McFadden, K. 2004. The ecology, evolution and natural history of the endangered carnivores of Cozumel Island, Mexico. Tesis de Doctorado. Universidad de Columbia. USA.

- Merediz, G. 1995. Abundancia, distribución y posibilidades de aprovechamiento sustentable del jabalí de collar (*Tayassu tajacu*) y otras especies faunísticas de la zona maya de Quintana Roo. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México.
- Merediz, G. (coord.). 2004. Propuesta para el establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Bala'an K'aax, Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an.
- Merriam, C. H. 1901. Six new mammals from Cozumel Island, Yucatan. Proceedings of the Biological Society of Washington 14: 99-104.
- Miranda, A. *et al.* 1988. Evaluación del impacto ambiental del proyecto Parque Arqueológico Isla de la Pasión, Cozumel, Quintana Roo. Centro de Ecología.
- Navarro, D., T., J. T. Jiménez, J. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Navarro, D. y Robinson, J. (eds.). CIQRO: 371-450.
- Navarro, D. L. y M. Suárez. 1989. A survey of the pygmy raccoon (*Procyon pygmaeus*) of Cozumel, Mexico. Mammalia 3: 458-461.
- Navarro Ramírez, M.G. 2005. Conocimientos y percepciones sobre la fauna por los habitantes de la Isla Cozumel. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara.
- Nielsen, F. (2004). Franko's map of Cozumel. Editado por Frank M. Nielsen Olmsted, I. y Durán, R. 1990. Vegetación de Sian Ka'an. En: Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Navarro, D. y Robinson, J. (eds.). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO): 1-12.
- Patiño, P. y D. Pérez-Salicrup. 2006. Composición y estructura de la selva mediana de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Perdomo, H. y E. Andersen. 2006. Efectos de los caminos sobre la comunidad de aves de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Perdomo, H. y E. Andersen. 2006. Efectos de huracanes sobre la comunidad de aves de la Isla Cozumel. Primer Congreso del Caribe: Naturaleza, Sociedad y Desarrollo. Cozumel, Quintana Roo, 5 al 7 de junio de 2006.
- Ramírez, D. y Azcárate M. A. 2002. Investigaciones recientes en Cozumel. En: Arqueología Mexicana Vol. IX num. 54 (marzo-abril) "Los Mayas del Norte de Quintana Roo" pp. 46-49. INAH y Editorial Raíces.
- Ríos-Meneses, M. B. 1988. Cozumel: centro prehispánico, religioso y comercial de los Mayas. P. 62-67. En: E. Saavedra-Silva y J. Sobrino-Sierra (Eds.). Cozumel: Un Encuentro en la Historia. Memorias del I Encuentro de Historia sobre la Isla de Cozumel. Fondo de Publicaciones y Ediciones de Quintana Roo.
- Romero-Nájera, I. 2004. Distribución, abundancia y uso de hábitat de *Boa constrictor* introducida a la Isla Cozumel. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romero-Nájera, I., Cuarón, A.D., González-Baca, C. (en prensa). Distribution, abundance, and habitat use of introduced *Boa constrictor* threatening the native biota of Cozumel Island, Mexico. *Biodiversity and Conservation*.
- Rosengaus, M. y Sánchez-Sesma, J. 1990. Gilbert: ejemplo de huracanes de gran intensidad. Ingeniería Hidráulica en México.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa SARH. Sinopsis geohidrológica del Estado de Quintana Roo. SARH, CNA, Subdirección General de Administraciones del Agua. Gerencia de Aguas Subterráneas.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2002. NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación, 6 de marzo del 2002. México.
- SEMARNAP-INP. 1998. Sustentabilidad y Pesca Responsable en México Evaluación y Manejo, 1997-1998.
- SEMARNAT, Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2002. Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Costera de la Isla Cozumel y su Área Marina de influencia. Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo.
- SICS-ISRIC-FAO. 1999. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos n.84, Roma.

- Steneck, R. S. *et al.* 2003. The Caribbean's western-most algal ridges in Cozumel, Mexico. *Coral Reefs*, 22: 27-28.
- Talbot, F. y Wilkinson, C. 2001. *Coral Reefs, Mangroves and Seagrasses: A Sourcebook for Managers*. ICRI, AIMS, GCRMN, GBRRF, IUCN, CORDIO, WWF.
- Téllez-Valdés, O. y E. Cabrera, E. 1978. *Listados Florísticos de México VI. Flórua de la Isla de Cozumel, Quintana Roo*. Universidad Nacional Autónoma de México
- Téllez-Valdés, O., E. F. Cabrera-Cano, E. Linares y R. Bye. 1989. *Las plantas de Cozumel. Guía botánico-turística de la Isla Cozumel, Quintana Roo*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega Bernal, R. 2006. *Estructura y variación genética de los roedores nativos de Isla Cozumel*. Tesis de Maestría. Postgrado en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- WWF y Universidad La Salle. 2004. *Estudio de Oferta y Demanda de Productos Pesqueros en el Estado de Quintana Roo, México*. Documento CD

Sírvase devolver a: Secretaría de la Convención de Ramsar, Rue Mauverney 28, CH-1196 Gland, Suiza
Teléfono: +41 22 999 0170 • Fax: +41 22 999 0169 • correo-electrónico: ramsar@ramsar.org